



## INFORME ANUAL 2020

### ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO



Ing. Eddie Ely Zambrano Zambrano M. Sc.

DIRECTOR DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO





## INFORME EJECUTIVO, 2020

### I. Introducción

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) tiene la misión de: investigar, desarrollar tecnologías generar procesos de innovación y transferencia tecnológica en el sector agropecuario, agroindustrial y de forestación comercial, para contribuir al desarrollo sostenible del Ecuador mediante la aplicación de la ciencia. En cuanto a su visión se ha propuesto ser el Instituto de referencia regional en investigación, desarrollo e innovación. Además, articulador y rector del Sistema Nacional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación agropecuaria, Agroindustrial y de Forestación Comercial del País. Cuyos objetivos generales son: generar e impulsar los procesos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación para el sector agropecuario, agroindustrial y de forestación comercial, con el fin de garantizar la seguridad y soberanía alimentaria, el uso y manejo sostenible de los recursos naturales y la productividad sistemática en el territorio.

El INIAP es el Responsable de Implementar el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (SNIAP), como ente especializado, este se vincula directamente con el organismo rector de la política del sector agropecuario y forestal (MAG) y con la SENESCYT, como Instituto Público de Investigación (IPI) especializado del sector agropecuario y responsable de fomentar la investigación científica nacional.

La Estación Experimental Portoviejo, desde sus inicios ha venido desarrollando investigación básica, aplicada y adaptiva, que ha permitido generar, validar, transferir tecnológicas y capacitar en el manejo de los cultivos de maíz, cacao, café, yuca, caupí, frejol, maní, piñón, higuerilla y varios especies de frutales y forestales, que han contribuido al incremento de la producción y productividad de estos rubros agropecuarios, en el área de influencia y consecuentemente al mejoramiento de las condiciones de vida de los beneficiarios.

A través de la Estación Experimental Portoviejo, realizó la liberación de la nueva variedad de yuca INIAP 652 “La Rendidora”, con características de alta productividad para consumo en fresco y agroindustria, como parte de las tecnologías que el Gobierno Nacional a través de INIAP entrega a los agricultores del país para contribuir a la seguridad alimentaria y al desarrollo del sector agropecuario.



## II. Beneficiarios

Las investigaciones que se han realizado en el año 2020, son el resultado de la coordinación y articulación de los esfuerzos institucionales en materia de Investigación, Transferencia de Tecnología e Innovación Agropecuaria y Forestal (SNIAF), conforme los siguientes detalles:

- Corporación Nacional: Universidad de las zonas y otras instituciones tales como: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), AGROCALIDAD (Agencia Ecuatoriana para el Aseguramiento de la Calidad del Agro), BanEcuador BP., Corporación Fortaleza del Valle, MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable), INER (Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovables), Ecuaquímica Y Quicornac.
- Corporación Internacional: IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable), INER (Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovables), CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), AECID (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo), CIP (Centro Internacional de la Papa) y Centro KOPIA.
- Así mismo, la Estación Experimental Portoviejo presenta un esquema de trabajo, mediante la conformación de grupos multidisciplinarios intra e inter estaciones del INIAP.

## III. Metodologías / Enfoques

La Estación Experimental Portoviejo cuenta con ocho Programas de Investigación: Maíz, Agroenergía, Cacao, Café, Yuca, Camote, Frutales y Forestería. Con el apoyo de las áreas de: Departamento Nacional de Protección Vegetal (Entomología y Fitopatología), Departamento de Transferencia de Tecnología, Departamento de Producción y Servicios y Laboratorio de Bromatología. Además se cuenta con la Unidad de Planificación y Gestión Estratégica, Así como también las Unidades Administrativa Financiera y Unidad de Talento Humano.





## PROGRAMAS Y DEPARTAMENTOS

- DNPV Entomología
- DNPV Fitopatología
- Fitopatología
- Laboratorio de Bromatología
- Agroenergía
- Yuca y Camote
- Producción y Servicios
- Yuca y Camote
- Café-Cacao
- Fruticultura
- Maíz
- NDT





**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**



**DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROTECCIÓN VEGETAL (DNPV)**

**SECCIÓN: ENTOMOLOGÍA**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2020**



## Tabla de contenido

Proyectos/Actividades	Pag.
<b>Proyecto 1. Eficacia de aceites vegetales contra larvas de lepidópteros-plaga del maíz</b>	17
<b>Actividad 1.</b> Bioensayos de la eficacia del aceite de piñón <i>Jatropha curcas</i> L. sobre L1-L2 de <i>Spodoptera frugiperda</i> en maíz	17
<b>Proyecto 2. Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión</b>	23
<b>Componente 2.</b> Determinación del rol de insectos escolítinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en la transmisión y dispersión de la enfermedad “Muerte Regresiva”	23
<b>Actividad 1.</b> Identificación de los escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”	25
<b>Actividad 2.</b> Fluctuación poblacional de escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”	32
<b>Actividad 3.</b> Capacidad de transmisión de insectos vectores de la enfermedad “Muerte regresiva”	34
<b>Actividad 4.</b> Socialización, capacitación y difusión de resultados del proyecto	37
<b>Proyecto 3. Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón <i>Gossypium hirsutum</i> (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano</b>	40
<b>Actividad 1.</b> Identificación de grupos funcionales de artrópodos asociados al cultivo de algodón correlacionados con las condiciones ambientales	43
<b>Actividad 2.</b> Plan de regeneración de accesiones del género <i>Gossypium</i> spp. conservado en el banco de germoplasma del INIAP y nuevas recolecta en Ecuador	52
<b>Subactividad 2.1.</b> Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón <i>Gossypium</i> spp. en Ecuador	52
<b>Subactividad 2.2.</b> Colecta de accesiones del género <i>Gossypium</i> spp. y conservación del banco de germoplasma de algodón en Ecuador	86
<b>Actividad 3.</b> Determinar el efecto de bioherbicidas para el control de malezas en algodón ( <i>Gossypium hirsutum</i> L.)	91
<b>Actividad 4.</b> Respuesta de la variedad del algodón BRS-336 a varias densidades poblacionales de siembra	105
<b>Actividad 5.</b> Determinación de la época y dosis apropiada del regulador de crecimiento (Cloruro de Mepiquat) en algodón	115
<b>Actividad 6.</b> Efecto de la densidad poblacional en el comportamiento agronómico y productivo de la variedad de algodón “BRS-336”	125
<b>Actividad 7.</b> Determinación de la época y dosis de aplicación del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat en el cultivo de algodón	146
<b>Actividad 8.</b> Respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios	169
<b>Actividad 9.</b> Efecto de <i>Trichoderma</i> spp. sobre características agronómicas y sanitarias del algodón	181



**Actividad 10.** Realización de eventos de capacitación dirigidos a productores, técnicos, estudiantes y demás interesados en la actividad algodonera 193

**Actividad 11.** Publicaciones de fichas, plegables, guías, manuales y artículos 194

---



**INFORME TÉCNICO ANUAL 2020****1. Departamento / Programa:**

Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV). Sección Entomología.

**2. Nombre del Director de la Estación Experimental:**

Ing. Eddie Ely Zambrano Zambrano, M.C.

**3. Responsable del Departamento/Programa en la Estación Experimental:**

Ing. Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez, Ph.D.

**4. Equipo técnico multidisciplinario I+D:****a. Equipo Técnico del Departamento de Entomología de la EEP:**

Ph.D. Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez (Investigador Auxiliar 1).

M.Sc. José Bernardo Navarrete Cedeño (Investigador Agregado 1).

Ing. Adolfo Rafael Sotelo Proaño (Asistente del Proyecto +Algodón INIAP-FAO).

Mg. Xavier Cayetano Muñoz Conforme (Asistente de Investigación Proyecto-Teca) (hasta el 31 de julio de 2020).

Ing. Ramón Antonio Pinargote Borrero (Asistente de Campo).

**b. Equipo Técnico Multidisciplinario I+D del INIAP:**

Ing. Alma Mendoza. Fitopatología-EEP.

Ing. Geover Peña. Recursos Fitogenéticos-EEP.

Mg. Benny Avellán. Transferencia de Tecnología-EEP.

Mg. Wilmer Ponce. Laboratorio de Bromatología-EEP.

Ph.D. Danilo Vera. Fitopatología EETP.

Ph.D. Karina Solis. Fitopatología EETP.

Mg. Sofía Peñaherrera. Fitopatología EETP.

M.Sc. Edwin Borja. Fitopatología- EETP.

Ph.D. Sandra Garcés. Entomología-EESC.

Ph.D. César Tápia. DENAREF-EESC.

Ph.D. Álvaro Monteros. DENAREF-EESC.

Ph.D. Lenin Paz. Virología EELS.

M.C. Daniel Navia. Nematología-EELS.

Ph.D. Luis Peñaherrera. Malezología EELS.

**c. Equipo científico de soporte:**

Ph.D. Rodney Nagoshi. USDA-USA. Biología Molecular.

Ph.D. Manuel Gonzalez. INIA-España. Entomología.

Ph.D. Antonieta De Cal y Cortina. INIA-España. Fitopatología.

Ph.D. David Mota. Universidad de Michigan State. USA.

Ph.D. Néstor Bautista Martínez. Colegio de Posgraduados de México.

Ph.D. Anthony Cognato. Michigan State University.

Ph.D. Renato Sarmento. Laboratorio de Ecología de Ácaros. Gurupi-Brasil.

Ph.D. Angelo Palini. Laboratorio de Ecología de Ácaros. Vicosa-Brasil.

Ph.D. Fernando Sánchez. Profesor Universidad Técnica de Manabí.  
Dra. Adriana Gregolin. Coordinadora de la Oficina Regional FAO-Chile.

## 5. Financiamiento:

Durante el 2020, el DNPV-Entomología de esta Estación, siguió contando con el apoyo económico de fuentes externas, con lo que ejecutó actividades de investigación, continuando con los proyectos financiados desde el 2018 y que está previsto que continúen durante el 2021. Estas fuentes fueron la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, Proyecto +Algodón), la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID, Proyecto Teca), la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM-MFL (Proyecto Polinizadores de Cacao), complementado con el gasto corriente de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP (otras actividades del POA).

Así mismo, durante el 2020, el personal del DNPV-Entomología, desarrolló los siguientes tres protocolos de investigación, aprobados por Comité Técnico de la Estación, mediante Acta de aprobación Nro.:

1. Efecto de *Trichoderma* spp. sobre características agronómicas y sanitarias del algodón” (Acta de aprobación No. 014).
2. Efecto de la densidad poblacional en el comportamiento agronómico y productivo de la variedad de algodón “BRS-336” (Acta de aprobación No. 019).
3. Determinación de la época y dosis de aplicación del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat en el cultivo de algodón (Acta de aprobación No. 020).

Estos protocolos, se presentan en el marco del proyecto INIAP +Algodón “Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón *Gossypium* spp. (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano”, que ejecuta la Estación Portoviejo, como aporte al Proyecto país GCP/RLA/199/BRA "Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar".

Los experimentos 2 y 3, corresponden a su vez, a dos tesis de pregrado de los egresados Gilmar Jesús Cañarte C., Luis Fernando Días T. y Carlos Eddy Alvarado Zamora, estudiantes de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, cumpliendo el suscrito la función de codirector de tesis.



## 6. Proyectos/Actividades:

Proyectos/Actividades-POA 2020	Fuente de financiamiento	Presupuesto (dólares)	Año de inicio y fin del proyecto	Producto generado 2020
<b>Proyecto 1. Eficacia de aceites vegetales contra larvas de lepidópteros-plaga del maíz</b>	EEP	1.160	2018-2021	-Informe Técnico
<b>Actividad 1.</b> Bioensayos de la eficacia del aceite de piñón <i>Jatropha curcas</i> L. sobre L1-L2 de <i>Spodoptera frugiperda</i> en maíz				
<b>Proyecto 2. “Etiología de la principal enfermedad de la teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”:</b> <b>Componente 2.</b> Determinación del rol de insectos escolítinos en la transmisión y dispersión de la enfermedad “Muerte regresiva”.	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID)	155.000	2018-2021	-Informe Técnico -Publicación de manual - Resumen en congreso
<b>Actividad 1.</b> Identificación de los escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”				
<b>Actividad 2.</b> Fluctuación poblacional de escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”.				
<b>Actividad 3.</b> Capacidad de transmisión de insectos vectores de la enfermedad “Muerte regresiva”.				
<b>Actividad 4.</b> Socialización, capacitación y difusión de resultados del proyecto.				
<b>Proyecto 3. Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón <i>Gossypium hirsutum</i> (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano.</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, proyecto algodón).	84.000	2018-2021	-Informe Técnico -Evento de capacitación -Artículo científico (1 publicado; 1 borrador) - Una ficha técnica del cultivo.
<b>Actividad 1.</b> Identificación de grupos funcionales de artrópodos asociados al cultivo de algodón correlacionados con las condiciones ambientales.				
<b>Actividad 2.</b> Plan de regeneración de accesiones del género <i>Gossypium</i> spp. conservado en el banco de germoplasma del INIAP y nuevas recolecta en Ecuador.				
<b>Actividad 3.</b> Determinación del efecto de bioherbicidas para el control de malezas en algodón ( <i>Gossypium hirsutum</i> L.).				



<b>Actividad 4.</b> Respuesta de la variedad del algodón BRS-336 a varias densidades poblacionales de siembra.				
<b>Actividad 5.</b> Determinación de la época y dosis apropiada del regulador de crecimiento (Cloruro de Mepiquat) en algodón.				
<b>Actividad 6.</b> Efecto de la densidad poblacional en el comportamiento agronómico y productivo de la variedad de algodón “BRS-336”				
<b>Actividad 7.</b> Determinación de la época y dosis de aplicación del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat en el cultivo de algodón				
<b>Actividad 8.</b> Respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios				
<b>Actividad 9.</b> Efecto de <i>Trichoderma</i> spp. sobre características agronómicas y sanitarias del algodón				
<b>Actividad 10.</b> Realización de eventos de capacitación dirigidos a productores, técnicos, estudiantes y demás interesados en la actividad algodонера.				
<b>Actividad 11.</b> Publicaciones de fichas, plegables, guías, manuales y artículos.				
<b>4. Elaboración de publicaciones científicas.</b>				<ul style="list-style-type: none"> <li>-Artículo MHC</li> <li>- Artículo ácaros-piñón</li> <li>- Artículo Algodón</li> <li>- Artículo <i>Spodoptera</i></li> <li>- Artículo mosca de la fruta</li> </ul>
<b>5. Elaboración de publicación técnica.</b>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manual de teca.</li> <li>- Catalogo sobre Organismos en Galápagos.</li> <li>- Plegable de yuca</li> <li>- Infografía de maíz.</li> <li>- Boletín de prensa de algodón.</li> </ul>
<b>Proyectos/Actividades EXTRAPOA 2020</b>				



Caracterización genética de poblaciones de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Ecuador.	EEP		2018-2020	-Informe Técnico -Artículo científico
Inventario de microorganismos, organismos y especies vegetales invasoras presentes en los cultivos de las islas Galápagos.	Dirección de Investigaciones- INIAP		2016-2020	Documento Catálogo sobre organismos en Galápagos (publicado en el repositorio INIAP).
Establecimiento de cría de <i>Spodoptera frugiperda</i> en laboratorio.	EEP		2018-2020	-Informe Técnico -Cría de <i>Spodoptera</i>

### 7. Socios estratégicos para investigación:

Socio	Actividades de vinculación	Año	Estado
Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) España. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria (INIA), España. Subsecretaría de Producción Forestal MAG-Ecuador.	Financiamiento al Proyecto Teca Financiamiento de publicaciones (manual Teca) Análisis molecular de organismos asociados a “Muerte regresiva”	2018-2021	En ejecución
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Oficina Regional FAO-Chile / Representación de FAO-Ecuador	Coordinación del Proyecto +Algodón-Ecuador	2018-2021	En ejecución
Agencia Brasileña de Cooperación (ABC-MRE)-Brasil	Financiamiento al Proyecto +Algodón. Financiamiento para la participación en eventos científicos y técnicos (Congresos, cursos, días de campo, etc.).		
Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA).	Apoyo con variedades de algodón convencional. Publicación de documentos técnicos (libro piñón).	2018-2021	Activo
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).	Apoyo científico al Proyecto <i>Spodoptera</i> spp. Identificación molecular de <i>Spodoptera</i> spp.	2018-2020	Activo



	Escritura de artículos científicos.		
Universidad Del Zulia (Venezuela), Facultad de Agronomía. División de Estudios para Graduados. Comité de Postgrado.	Asesoría al Proyecto polinizadores en sistemas de cacao.	2018-2021	Activo
Michigan State University	Colaboración en la escritura y posterior publicación de dos artículos científicos en maíz. Identificación de especímenes de escarabajos barrenadores	2019-2021	Activo
Universidad Federal de Vicosa-Brasil	Escritura de artículos científicos	2020-2021	Activo
Universidad Federal de Tocantins-Brasil	Escritura de artículos científicos	2020-2021	Activo
Escuela Superior Politécnica del Litoral: Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (ESPOL-CIBE).	Identificación del complejo viral en maíz (necrosis letal) Escritura de artículo científico.	2018-2021	Activo
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL).	-Ejecución en conjunto del Proyecto Polinizadores en sistemas de cacao (Co-tutor del proyecto de tesis doctoral). -Proyecto <i>Prodiplosis longifila</i> en tomate. (Tutor de tesis doctoral). -Publicación de artículos científico.	2018-2021	En ejecución
Universidad Técnica de Manabí	- Director de tesis de posgrado - Co-director de tesis de pregrado - Escritura de artículos científicos	2020-2021	En ejecución

## 8. Publicaciones:

### a. Artículos científicos:

**Cañarte-Bermúdez, E.; Navarrete-Cedeño, B.;** Montero-Cedeño, S.; Arredondo-Bernal, H.; Chávez-López O. y Bautista-Martínez, N. (2020). Effect of neem on *Phyllocnistis citrella* Stainton and its parasitoid *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya in Ecuador. *Enfoque UTE*, 11(2): 1-10.  
DOI: 10.29019/enfoque.v11n2.519.

**Cañarte-Bermúdez, E.** Almeida-Sarmento, R.; Lemus-Erasmo, E.; Pallini, A.; Venzon, M.; Oliveira-Pinto, I. y Pedro-Neto, M. (2020). Contributions of intercropping systems for diversity and abundance of mite community on *Jatropha curcas*. *BioControl*.  
<https://doi.org/10.1007/s10526-020-10009-y>

**Cañarte-Bermúdez, E.; Sotelo-Proañó, R. y Navarrete-Cedeño, B.** (2020). Generación de tecnologías para incrementar la productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí, Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI* 13 (33): 85-95.

Nagoshi, R.N.; **Cañarte, E.; Navarrete, B.;** Pico, J.; Bravo, C.; Arias de López, M. y Garcés-Carrera, S. (2020). The genetic characterization of fall armyworm populations in Ecuador and its implications to migration and pest management in the northern regions of South America. *Plos One*. 15(8): 1-18.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236759>.

Bermúdez-Vera, M.; Fosado-Tellez, O. y **Cañarte-Bermúdez, E.** (2020). Moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) y sus hospederos en el área del Carrizal-Chone, Manabí. *Revista ESPAMCIENCIA*. 11(1): 1-11. ISSN:1390-8103.

**Sotelo-Proañó, A.; Cañarte-Bermúdez E.;** Zambrano-Gavilanes, F. **Navarrete-Cedeño, B.** y Suárez-Duque, D. (2020). Performance of cotton BRS-336 variety under a crop management program in Manabí-Ecuador. *Acta Agriculturae Slovenica*. (Enviado).

Limongi, R.; Pico-Mendoza, J.; Morrillo-Velastegui, L.; Pinoargote, M.; Buitrón-Bustamante, L.; Meneses-Montesdeoca, S.; **Navarrete-Cedeño, B.** y Carrasco, B. (2020). "Molecular characterization of mahogany (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae) in the remnant natural forest of Ecuador". (Enviado).

### b. Manuales, Plegable, Cartillas, Infografías, etc.:

**Cañarte-Bermúdez, E.;** Muñoz-Conforme, X.; **Navarrete-Cedeño, B.;** Hinostroza-García, F. y Valarezo-Cely. O. (2020). Manual "Reconocimiento y manejo de los principales artrópodos asociados al cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Ecuador". (borrador para su envío a Comité de Publicaciones).

**Cañarte E.;** **Navarrete B.** (2020). Reconocimiento de artrópodos-plaga y controladores biológicos como herramientas para el manejo ecológico de plagas en cacao. Guía 9. In: Herramientas para el manejo del Cadmio en plantaciones de Cacao (GIZ) (Enviado a GIZ para su revisión).

**Cañarte E.; Montero, S.; Navarrete B.;** (2020). Reconocimiento, importancia y cuidado de los polinizadores en los sistemas de producción del cacao. Guía 10. In: Herramientas para el manejo del Cadmio en plantaciones de Cacao (GIZ) (Enviado a GIZ para su revisión).

Cobeña, R.; Avellán, B.; Mendoza, A.; **Cañarte, E.;** Cárdenas, F.; Zambrano, E.; **Navarrete, B.** y Limongi, R. (2020). Variedad de yuca P-652 “La Rendidora”. Plegable No. 450. INIAP, Estación Experimental Portoviejo.

Zambrano, J.L; Sangoquiza, C.: **Navarrete, B.; Cañarte, E.** y Cho, K. (2020). Insectos plaga del cultivo de maíz (Cartilla). Programa Nacional de Maíz y Centro KOPIA. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina.

Etiología de la principal enfermedad de teca y rol de los insectos en su discusión. INIAP. (ocho infografías). Vía facebook (04-09-2020).

Boletín de prensa (19-10-2020). INIAP actualiza y genera tecnologías sostenibles en el cultivo de algodón: disponible en:  
<http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/iniap-actualiza-y-genera-tecnologias-sostenibles-en-el-cultivo-de-algodon/?fbclid=IwAR0WBvUuUH-HqRpHxQlZBrmeEcahyXAVUjHSbsu-lvSk01HkcRbM60-iZCQ#>

### c. Fichas Técnicas:

**Cañarte E.; Navarrete B.; Sotelo, R. y Pinargote, A.** (2020). Ficha técnica del cultivo de algodón (*Gossypium hisrtum* L.). Estación Experimental Portoviejo. 14 p. (enviado para su revisión en Comité de Publicaciones en fecha 15 de diciembre de 2020).

### d. Libros:

Vera, D.; **Cañarte, E.; Navarrete, B.;** Solís, K.; **Muñoz, X.;** Cevallos V.; y Borja, E. (2019). *Muestreo de enfermedades vasculares e insectos barrenadores asociados a teca (Tectona grandis L.f.) y alternativas para su manejo.* Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 1ra. Ed. octubre de 2019. Quito, Ecuador: Editorial Mendieta. (subido al repositorio de INIAP el 18-04-2020).

**Cañarte, E.,** Peñaherrera-Colina, L., Navia, D., Vera, D., Macas, L., Paz, L., Duchicela, J., Allauca, J., Masache, V., Valverde, M., y Garcés-Carrera, S. (2019). **Catálogo de Organismos Asociados a Especies Agrícolas en la Provincia de Galápagos, Ecuador.** Publicación miscelánea 446. Comité Editorial. Estación Experimental Litoral Sur (subido al repositorio de INIAP el 18-06-2020).

### e. Memorias de eventos científicos

Vera, D.: **Cañarte, E.; Navarrete, B.;** Solis, K.; Borja, E. (2020) "Organisms associated to Die-back disease and its beetles dispersers in main productive zones of

teak (*Tectona grandis* L.f.) in Ecuador". Enviado al XV congreso mundial de Forestería. Korea. 24-28 de mayo de 2021.

**Navarrete-Cedeño, B.; Cañarte-Bermudez, E.;** Muñoz-Conforme, X.; Borja-Borja, E. y Vera-Coello, D. (2020). "Uso de troncos "centinela" como método de captura de insectos Curculionidae: Scolytinae en plantaciones de teca". Presentado en las XLIV Jornadas Nacionales de Biología 2020. Organizado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) 1-3 de diciembre de 2020.

Montero-Cedeño, S.; **Cañarte-Bermúdez, E.;** Sotelo-Proaño, R.; **Navarrete-Cedeño, B.** (2020). Productividad del algodón en asociación con cultivos alimenticios en suelo sin asistencia nutricional. Presentado en el II Congreso internacional: Sistemas de Producción Agropecuarios Mecanizados y computarizados. Organizado por la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL). 26 y 27 de noviembre de 2020.

Montero-Cedeño, S.; **Cañarte-Bermudez, E.;** Chicayza-Intriago, J.; Mendoza-Zambrano, G. y Romero-Cedeño, E. (2020). Actividad de los polinizadores en la fecundación de la flor de cacao (*Theobroma cacao*) bajo tres sistemas de producción en Manabí. Presentado en la VIII JORNADA CIENTÍFICA DE LA ESPAM MFL. Organizado por la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL). 25 de noviembre de 2020.

Muñoz, X.; **Cañarte, E.;** **Navarrete, B.** y Vera, D. (2020). III Convención Científica Internacional de la UTM 2019 (CCIUTM). Escarabajos presentes en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) afectadas con "Muerte regresiva" en el Litoral ecuatoriano. 23 al 25 de octubre de 2019. Modalidad presentación oral. Portoviejo-ECUADOR. Pg. 277 ISBN 978-9942-948-50-2 (publicadas en noviembre de 2020).

**Sotelo, R.;** **Navarrete, B.** y **Cañarte, E.** (2020). III Convención Científica Internacional de la UTM 2019 (CCIUTM). Generación de tecnologías para incrementar la productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí. 23 al 25 de octubre de 2019. Modalidad presentación oral. Portoviejo-ECUADOR. (Memorias). Pg. 292 ISBN 978-9942-948-50-2. (publicadas en noviembre de 2020).

## 9. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:

### a. Eventos científicos (expositor):

**Navarrete-Cedeño, B.** 2020. Interacciones entre virus e insectos; el caso de la necrosis letal en Manabí. In: **Seminario Alternativas sanitarias, genotécnicas y fisionutricionales para el manejo de virosis en maíz duro.** INIAP-UTM-ESPAM. 28 de Julio del 2020. (online).

**Navarrete-Cedeño, B.** 2020. Control botánico mediante el uso del nim In: Sextas Jornadas de producción orgánica. Agrocalidad. 11 de septiembre del 2020. (online).

**Navarrete-Cedeño, B.;** **Cañarte-Bermudez, E.;** Muñoz-Conforme, X.; Borja-Borja, E. y Vera-Coello, D. (2020). "Uso de troncos "centinela" como método de captura de insectos Curculionidae: Scolytinae en plantaciones de teca". In: **XLIV Jornadas**

**Nacionales de Biología 2020.** Organizado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) 1-3 de diciembre de 2020. (online).

Montero-Cedeño, S.; **Cañarte-Bermúdez, E.**; **Sotelo-Proaño, R.**; **Navarrete-Cedeño, B.** (2020). Productividad del algodón en asociación con cultivos alimenticios en suelo sin asistencia nutricional. In: **II Congreso internacional: Sistemas de Producción Agropecuarios Mecanizados y computarizados.** Organizado por la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL). 26 y 27 de noviembre de 2020. (online).

Montero-Cedeño, S.; **Cañarte-Bermudez, E.**; Chicayza-Intriago, J.; Mendoza-Zambrano, G. y Romero-Cedeño, E. (2020). Actividad de los polinizadores en la fecundación de la flor de cacao (*Theobroma cacao*) bajo tres sistemas de producción en Manabí. In: **VIII JORNADA CIENTÍFICA DE LA ESPAM MFL.** Organizado por la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL). 25 de noviembre de 2020. (online).

**b. Eventos Técnicos (expositor):**

**Beneficiarios de la capacitación otorgada por investigadores del DNPV-Entomología de la EEP y técnicos asociados, durante el 2020:**

**Sotelo, R. y Cañarte, E.** Charla técnica sobre el cultivo de algodón, maíz y yuca. 12/02/2020. (53 estudiantes de la Universidad Técnica de Machala). Teodomira-E.E. Portoviejo.

**Cañarte, E.** (2020). Charla técnica “Reconocimiento y manejo integrado de *Rhynchophorus palmarum* y otras plagas en el cultivo de cocotero”. 23/09/2020. (40 participantes entre productores y técnicos del MAG). Riochico-Portoviejo.

**c. Día de campo**

**Cañarte, E.**; Ponce, W. y Cobeña, G. (2020). Participación como expositor en el área fitosanitaria en el “Día de campo para la presentación de la nueva variedad de yuca INIAP-652 “La Rendidora”. Cantón Pichincha-Manabí. **13/11/2020.** (58 participantes entre productores, técnicos y autoridades).

**d. Capacitación recibida de los investigadores del DNPV-Entomología de la EEP. 2020**

**Sotelo, R.** (2020). Curso: Protection from Sexual Exploitation and Abuse (PSEA). FAO Mandatory Training. 28/01/2020 (On line).

**Navarrete, B.** (2020). Curso de análisis de datos con R y diseños experimentales para estudios agronómicos. Universidad Agraria de la Molina (25 h). 02/2020.

**Sotelo, R.** (2020). Curso: Gender Equality, UN Coherence and You. UN Mandatory all UN employees. 20/02/2020. (On line).

**Sotelo, R.** (2020). Curso: Curso de las Naciones Unidas Trabajando Juntos en Armonía. UN Mandatory all UN employees. 28/02/2020 (On line).

**Sotelo, R.** (2020). Curso: United Nations Course on Working Together Harmoniously. UN Mandatory all UN employees. 25/03/2020 (On line).

**Sotelo, R.** (2020). Curso: Poscosecha y Buenas Prácticas de Producción orientadas a la Agricultura Familiar. 20/04/2020. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Secretaría de Agricultura y Ganadería (IICA). (On line).

**Sotelo, R.** (2020). Curso: Metodología de Evaluación de Cadenas Agroalimentarias. 27/04/2020. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Secretaría de Agricultura y Ganadería (IICA). (On line).

**Navarrete, B.** (2020). Agrobiodiversidad, aporte a la salud y seguridad alimentaria. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 30/04/2020.

**Navarrete, B.** (2020). Institución segura libre de violencia contra las mujeres, MDT. (online) 05/05/2020.

**Cañarte, E. y Navarrete, B.** (2020). Webinar Control Biológico en Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 08/05/2020.

**Cañarte, E.** (2020). Instituciones Libre de Violencia Contra las Mujeres. 11/05/2020.

**Navarrete, B.** (2020). Frutales amazónicos y su importancia en el escenario actual, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (online) 15/05/2020.

**Navarrete, B.** (2020). "Statistics and R", ofertado por la Universidad de Harvard en la plataforma on line edX. (40 h) (online) 18/05/2020.

**Cañarte, E.** (2020). Webinar sobre COVID-19: Rol de los Institutos de Investigación Agropecuaria. FAO. 28/05/2020.

**Sotelo, R.** (2020). Curso: Programa de Especialización en Extensión Agropecuaria. 28/05/2020. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Secretaría de Agricultura y Ganadería (IICA). (On line).

**Navarrete B.** (2020). "Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe, Sector clave para la Seguridad Alimentaria". FAO, 80 h. 05/2020.

**Cañarte, E.** (2020). Webinar sobre Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en aguacate. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 05/06/2020.

**Cañarte, E.** (2020). Webinar sobre Insectos y otros artrópodos. Sociedad Entomológica Ecuatoriana. 10/06/2020.

**Sotelo, R.** (2020). Curso: Achieving Gender Equality in FAO's Work. 12/06/2020. FAO Mandatory Training. (On line).

**Cañarte, E.** (2020). Webinar sobre Insectos y otros artrópodos. Sociedad Entomológica Ecuatoriana. 15/07/2020.

**Sotelo, R.** (2020). Curso: Ethics and Integrity at the United Nations (1). 22/07/2020. FAO Mandatory Training. (On line).

**Navarrete B.** (2020). Gestión de riesgos sanitarios e invasiones biológicas para la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN). FAO, 40 h. 07/2020.

**Navarrete B.** (2020). Alternativas sanitarias, genotécnicas y fisio-nutricionales para el manejo de virosis y producción con una duración de 20 horas. INIAP-ESPAM-UTM. 08/2020.

**Navarrete B.** (2020). “Curso de Formación de Formadores”. INIAP. 80 horas cronológicas. 08/2020.

**Sotelo, R.** (2020). Curso: FAO’s Whistleblower Protection Policy. 17/09/2020. FAO Mandatory Training. (On line).

**Navarrete B.** (2020). Aprenda a Construir Búsquedas más informativas a nivel básico LATAM. Springer. 10/2020.

**Navarrete B.** (2020). Manejo y uso del repositorio digital del INIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (online) 10/2020.

**Navarrete B.** (2020). Segundo Congreso de Control Biológico Aplicado, 12 h. INIAP-Koppert-USF- octubre -noviembre del 2020.

**Navarrete B.** (2020). Réplica de conocimiento de “Curso de Edición Génica” Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)11/2020.

**Sotelo, R.** (2020). Curso: Ethics and Integrity at the United Nations (2). 30/10/2020. FAO Mandatory Training. (On line).

**Navarrete B.** (2020). Curso 'V2020-Curso de Firma Electrónica en el Ecuador'. 12/2020.

**Navarrete B.** (2020). Seminario virtual “Manejo Innovativo del cultivo de plátano (*Musa* sp.) en el Litoral ecuatoriano”. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)-ESPAM. 20 horas. Octubre-Diciembre del 2020.

**Cañarte, E.** (2020). Taller telemático de sensibilización con el Ministerio del Trabajo. En el mismo se abordó el tema "Derechos de Equidad sobre Inclusión al Trabajo". Organizado por el Ministerio de Trabajo. 03/12/2020.

**Cañarte, E. Navarrete, B.** (2020). Curso de Firma Electrónica en el Ecuador. 12/2020.

#### e. Revisor de Revistas Indexadas:

**Cañarte, E.** 2020. Revista La Granja, Ecuador (1 artículo el 09/03/2020).

**Cañarte, E. 2020.** Revista La Granja, Ecuador (1 artículo el 04/10/2020).

**Navarrete, B. 2020.** Revista La Granja, Ecuador (1 artículo en 11/2020).

**f. Designaciones**

**Cañarte (2020).** Delegación como punto focal del INIAP ante FONTAGRO-langosta (Memorando Nro. INIAP-DGCC-2020-0227-MEM de fecha 02 de agosto de 2020).

**g. Participación en reuniones técnicas/científicas**

**Cañarte, E. (2020).** Reunión de trabajo para analizar la Guía de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) del algodón. Participación de MAG, FAO, AGROCALIDAD e INIAP. (02/09/2020). (reunión virtual).

**Cañarte, E. (2020).** Reunión de trabajo con la Ing. Johana Vivero de la Subsecretaría de Agricultura Familiar Campesina-MAG, para tratar posibles actividades a incorporar en el POA-2021 del Proyecto +Algodón. (09/09/2020). (reunión virtual).

**Cañarte, E. (2020).** Reunión de puntos focales del Proyecto +Algodón-Ecuador, con el objetivo de realizar seguimiento en la ejecución del proyecto. La reunión constó de la siguiente agenda: 1. Presentación de los avances del proyecto-FAO David Suárez. 2. Propuesta de actividades para el cierre del proyecto – FAO David Suárez. Participaron personal del MAG-AGROCALIDAD E INIAP. Esta reunión fue preparatoria con cara a la visita del Comité de Acompañamiento al Proyecto – País Ecuador CAP, planificando para inicios del mes de noviembre. (23-10-2020). (reunión virtual).

**Cañarte, E. y Sotelo, R. (2020).** Reunión del Comité de Acompañamiento al Proyecto-País Ecuador (CAP). Revisión del POA-2019-2020 del Proyecto “**Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar**”, firmado entre la Agencia Brasileña de Cooperación (ABC/MRE), el Instituto Brasileño del Algodón (IBA) y la Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe (FAO RLC). En el marco del Proyecto de Cooperación Sur-Sur Trilateral GCP/RLA/199/BRA. Revisión y aprobación del POA 2020-2021. Participaron personal de la ABC-Brasil, FAO-Chile, FAO-Ecuador, MAG, AGROCALIDAD, INIAP, Embajada de Brasil en Ecuador. (06, 09 y 10/11/2020). (reunión virtual).

**Cañarte, E.** Reunión sobre el futuro del Proyecto +Algodón INIAP-FAO. Adriana Gregolin, Regional de la FAO Chile. 16/11/2020. (Skype).

**Navarrete, B. (2020).** Reunión preliminar con Agrocalidad para elaborar propuesta de investigación de la pitahaya como no hospedante de la mosca de la fruta. 5 de febrero del 2020.

**Navarrete, B. (2020).** Reunión de socialización de la propuesta de investigación de la pitahaya como no hospedante de la mosca de la fruta. MAG-INIAP-AGROCALIDAD-EXPORTADORES DE PITAHAYA 30 de Julio del 2020.

**h. Participación en otras actividades técnico-científicas**

**Cañarte, E. Navarrete, B.** Participación como proponentes de proyectos, protocolos, en Comité Técnico. Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí-Ecuador.

**Navarrete, B.** (2020). Reuniones de Comité Técnico (28), Comité de Publicaciones EEP (1), Comité Técnico EELS (1), Comité Técnico EESD (1).

**i. Visitas científicas**

Visita del Dr. Ralph Wills Flowers, Ph.D., taxónomo y autoridad mundial del grupo Coleoptera y actual colaborador del Florida State Collection of Arthropods de los Estados Unidos, 7 de febrero del 2020.

**10. Propuestas presentadas:****Propuesta 1.**

**Título:** Determinación de la condición de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) y pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) como hospedantes de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*.

**Tipo propuesta:** proyecto

**Fondos o Convocatoria:** sector privado (Asociación de productores-exportadores de Pitahaya).

**Fecha presentación:** marzo 08 de abril de 2020.

**Responsable:** M.Sc. Bernardo Navarrete (EEP-Entomología)

**Equipo multidisciplinario:**

M.Sc. Bernardo Navarrete (EEP-Entomología)

Ph.D. Ernesto Cañarte (EEP-Entomología)

M.Sc. Jimmy Pico (EECA-Fitopatología)

Ing. Julio Macas (EECA)

Ing. Annelise Silva (Agrocalidad)

M. Sc. Patricia Carua (Agrocalidad)

Ing. Gabriel García (Agrocalidad)

Mg. Edilberto Vincas (Agrocalidad)

**Otros colaboradores:**

Productores de Pitahaya del Ecuador.

Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica

**Presupuesto:** 240.053,00 USD.

**Duración del proyecto:** 26 meses.

**Estado:** Aprobado por la Dirección de Investigaciones del INIAP. Socialización de la propuesta ante la Mesa Intersectorial de la Pitahaya en fecha 30 de julio de 2020.

**Fecha probable inicio ejecución:** en función de su financiamiento y aprobación del gobierno de China (principal comprador de la fruta).

## 11. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el Programa o Departamento:

### Proyecto 1. Eficacia de aceites vegetales contra larvas de lepidópteros-plaga del maíz

#### Actividad 1. Bioensayos de la eficacia del aceite de piñón *Jatropha curcas* L. sobre L1-L2 de *Spodoptera frugiperda* en maíz

**Responsable:**

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP).

**Colaboradores:**

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP).

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología EEP).

Mg. Wilmer Ponce (Laboratorio de Bromatología).

#### ANTECEDENTES

El cultivo de maíz *Zea mays* es un rubro de importancia, debido principalmente a su uso como alimento de animales, pero también por su valioso aporte nutricional a la dieta de los ecuatorianos (Villavicencio y Zambrano, 2009). En el 2015 se sembraron 310.788 ha con un rendimiento promedio de 5,58 TM h<sup>-1</sup>, siendo Los Ríos, Guayas, Manabí y Loja las provincias con mayor superficie cultivada (SINAGAP, 2015).

Existe una brecha importante si se compara nuestros rendimientos con los obtenidos en países vecinos existiendo varios factores que impiden que la productividad sea óptima, entre ellos tenemos el daño de insectos masticadores y barrenadores del orden Lepidoptera, que en ocasiones pueden causar serias pérdidas económicas. Los principales organismos presentes en este complejo son los noctuidos *Spodoptera frugiperda*, *Mocis latipes*, *Heliothis* spp. y el crámbido *Diatraea* spp. (Paliz y Mendoza, 1985; Mendoza, 1994; Valarezo et al. 2016). *Spodoptera frugiperda* y *M. latipes* tienen preferencia por consumir hojas durante el periodo vegetativo del cultivo, mientras que *Heliothis* es más común en mazorcas y *Diatraea* spp. en tallos a partir de los 45 días después de la siembra (Valarezo et al. 2010). No obstante, de esta diversidad, se destaca como plaga clave del maíz al gusano cogollero *S. frugiperda* (Fernandez, 2002; Franco-Archundia et al. 2006; Blanco et al. 2016), cuyos daños son citados desde el 10 al 80% (Lima et al., 2010; Franco-Archundia et al., 2006).

Los productores están considerando como exclusiva herramienta el control químico. Al respecto Jaafar et al. (2013), logró determinar que el uso inadecuado de insecticidas puede generar a más del desarrollo de resistencia, una pérdida de la diversidad de artrópodos, debido a la afectación sobre organismos no blanco.

De acuerdo al SINAGAP (2015) un 15% del costo de producción, es utilizado en protección fitosanitaria del cultivo de maíz, siendo gran parte de este porcentaje destinado a la compra de insecticidas de síntesis química. El INIAP propone un manejo integrado de estos problemas fitosanitarios, donde el control con sustancias químicas debería ser considerado como un último recurso.

Ante estas circunstancias, se precisa la búsqueda de alternativas eficaces, más amigables con el medio ambiente y la salud pública.

### **Objetivos**

Conocer la eficacia del aceite vegetal sobre distintos instares larvales de *Spodoptera frugiperda*.

### **Objetivos específicos**

Determinar la eficacia del aceite de piñón sobre instares larvales tempranos (L1-L2) de *Spodoptera frugiperda*.

Establecer el porcentaje de consumo de larvas en hojas tratadas con aceite de piñón.

### **METODOLOGÍA**

El protocolo “Bioensayos de la eficacia del aceite de piñón *Jatropha curcas* L. sobre larvas de lepidópteros defoliadores en maíz”, fue elaborado por el personal del DNPV-Entomología de la Estación Experimental Portoviejo. Aprobado por el Comité Técnico de la Estación, mediante Acta de Revisión N°15 del 30 de julio del 2018 y Acta de Aprobación N°10 del 06 de agosto de 2018.

### **Ubicación**

Los experimentos se realizaron en el laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo, situada en la parroquia Colón del cantón Portoviejo-Manabí y localizada en 0565251 Norte, 9875872 Oeste (UTM) y a una altitud de 58 msnm. En las condiciones de  $23 \pm 2$  °C,  $75 \pm 5\%$  HR y fotoperiodo de 12 h.

### **Procedimiento**

Se recolectaron huevos y larvas de *S. frugiperda* en una parcela de maíz sembrada con este fin, en el Lote Teodomira de la EEP. Misma que se mantuvo libre de la aplicación de plaguicidas. Las larvas fueron criadas usando una dieta merídica, estableciéndose una colonia de esta especie, que fue alimentada con una dieta artificial basada en una fuente de carbohidratos y proteínas vegetales (frejol caraota blanco), más levadura, vitaminas y conservantes, como aglutinante se utilizó agar (Morales *et al.*, 2010).

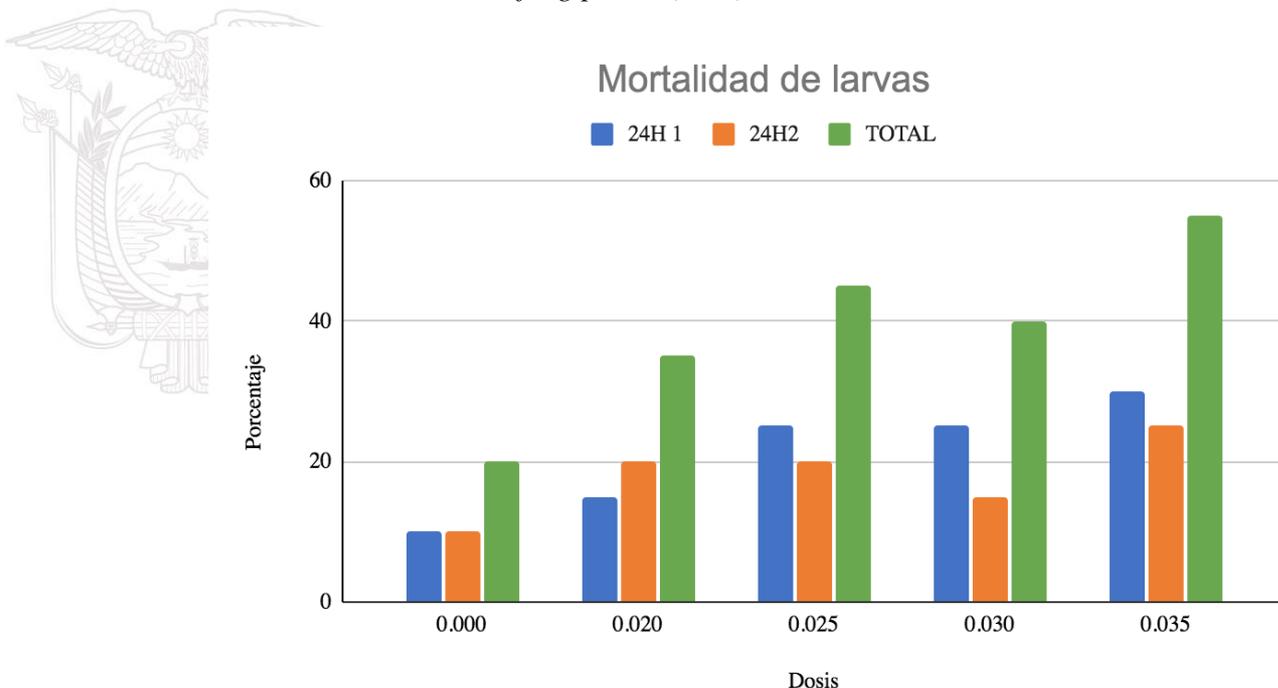
Para los bioensayos se usaron larvas del cogollero de entre 10 y 15 días de edad y discos de hoja (2,5 cm de diámetro), cortados de plantas jóvenes de maíz (10-20 después de la siembra), sembradas en aislamiento, libre de plaguicidas. Se estudiaron los siguientes tratamientos: cuatro concentraciones de aceite de piñón *Jatropha curcas* formulado (2,0; 2,5; 3,0 y 3,5% V/V) y un testigo control (agua). Las soluciones fueron preparadas en vasos de precipitación, utilizando 100 mL de agua destilada para cada dosis. Se emplearon 20 discos por tratamiento, cada disco fue considerado una repetición. Los discos fueron sumergidos durante 20 segundos en cada solución evaluada, inmediatamente después, fueron secados al ambiente, para lo cual se los colocó sobre papel absorbente durante 30 minutos. A continuación, cada disco tratado fue puesto en un vaso plástico transparente (20 mL de capacidad) con tapa perforada, sobre cada disco

de hoja se ubicó una larva de cogollero, veinticuatro horas después se renovó con otro disco tratado. A las 24 y 48 horas después de iniciado el experimento, se registró la siguiente información: número de larvas muertas, vivas y porcentaje de disco consumido (IRAC, 2014). A partir del tercer día y con una frecuencia diaria se registró la mortalidad hasta que la última larva sobreviviente llegó a adulto. Una larva se consideró muerta, si fue incapaz de moverse después de ser colocada ventralmente y tocada con un pincel de pelo de camello (Hardke *et al.*, 2011). La variable de consumo de hojas se sometió a un análisis de varianza, los tratamientos se distribuyeron en un Diseño Completamente al Azar (DCA) y se analizó usando el paquete Agricolae del software R Studio. La curva dosis- respuesta y la dosis letal media se calculó siguiendo la metodología de Ritz y Streibig (2005). Para ello se utilizaron los paquetes estadísticos DRC y Mass del software R Studio (R Core Team, 2020).

## RESULTADOS

### Mortalidad de larvas a las 24 horas después de los tratamientos

En la **Figura 1**, se observa la mortalidad de larvas a las 24h después de los tratamientos y el total acumulado de las dos aplicaciones. Se aprecia que el testigo absoluto tuvo la menor mortalidad acumulada con 20% y la dosis de 3,5% V/V provocó la mayor mortalidad de larvas de *S. frugiperda* (55%).

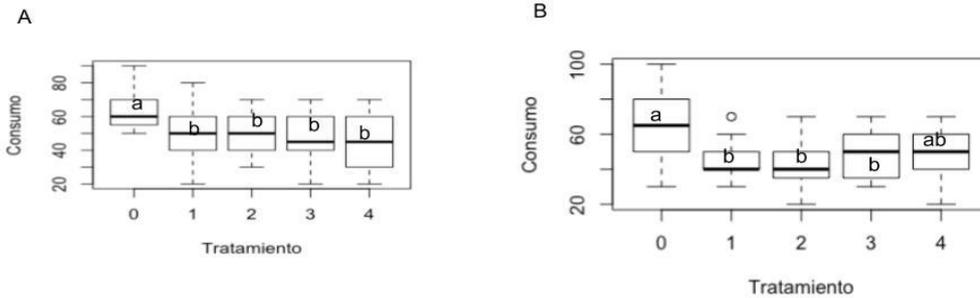


**Figura 1.** Porcentaje de mortalidad a las 24h de la primera y segunda aplicación, y mortalidad total acumulada del bioensayo de uso de aceite de piñón contra larvas de *Spodoptera frugiperda*.

### Consumo de disco foliar

Después de la primera aplicación de los tratamientos, las larvas del testigo tratado con agua, consumieron 64,5% del disco foliar ofrecido, siendo este valor estadísticamente superior al de las dosis de aceite de piñón, cuyo consumo mayor se dio en la dosis 2% V/V con 50,5% (**Figura 2A**). En la segunda aplicación, se repitió la tendencia, siendo el consumo del testigo control (agua) de 65,56% que fue estadísticamente igual a la

dosis 3,5% V/V de aceite de piñón que, obtuvo un 50,72%. Sin embargo, se diferenci

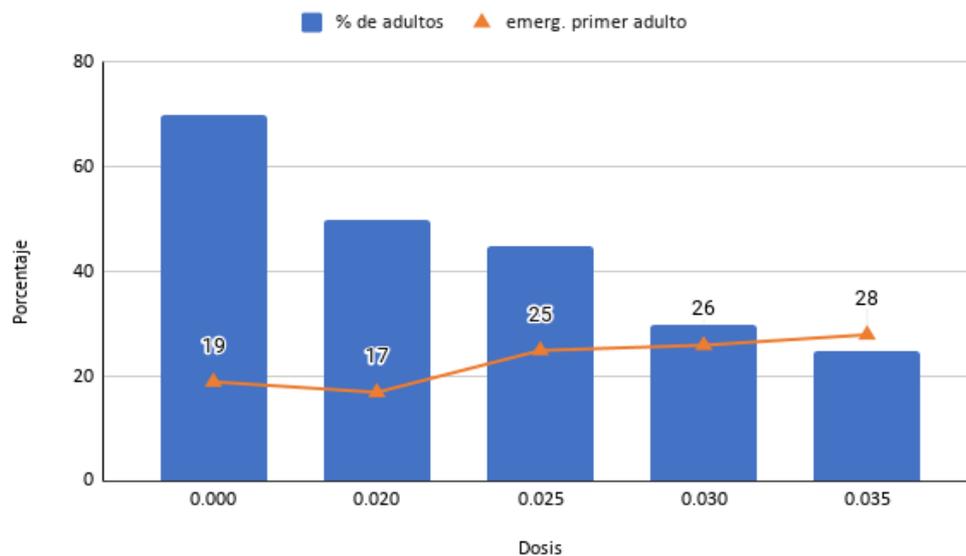


de las otras dosis evaluadas (**Figura 2B**).

**Figura 2.** Porcentaje de disco foliar consumido 24 h después de la primera (A) y segunda (B) aplicación de los tratamientos del bioensayo de uso de aceite de piñón contra larvas de *Spodoptera frugiperda*. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Porcentaje de emergencia de adultos y día de emergencia de adultos**

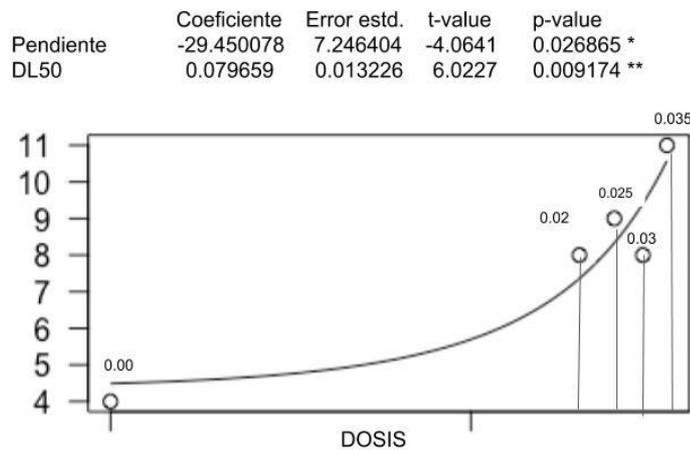
Las larvas tratadas del testigo control (agua), lograron convertirse en adultos en un 70% de los casos, lo que contrasta con la dosis de 3,5% que obtuvo un porcentaje de emergencia de 25%. De igual manera, el primer adulto emergió a los 17 días después de los tratamientos en la dosis de 2% de piñón y el último tratamiento en registrar emergencia de adultos, fue la dosis de 3,5% a los 28 días después de la primera aplicación de los tratamientos con aceite (**Figura 3**).



**Figura 3.** Porcentaje de emergencia de adultos y día de emergencia del primer adulto en tratamientos del bioensayo de uso de aceite de piñón contra larvas de *Spodoptera frugiperda*.

**Cálculo de Dosis Letal Media (DL50)**

En la **Figura 4**, se muestran los resultados de la regresión logística realizada usando las dosis como variable dependiente y el número de larvas muertas acumuladas a las 24h después del segundo tratamiento, como variable de respuesta. Se observa que el parámetro DL50 se estableció en 0,079659, lo que indica que, de acuerdo a este modelo estadístico, se alcanzaría la mortalidad del 50% de la población con una dosis de 8% que equivale a 8 mL/L agua.



**Figura 4.** Curva dosis-respuesta en modelo logístico y parámetros de la ecuación para encontrar la dosis letal media (DL50) en el uso de aceite de piñón contra larvas de *Spodoptera frugiperda*.

**CONCLUSIONES**

La dosis con una concentración de 3,5% de aceite de pinón *Jatropha curcas* tuvo la mortalidad directa más alta 55%. Las tres dosis de aceite de piñón empleadas lograron reducir el porcentaje de consumo de disco foliar, el porcentaje de emergencia de adultos y la emergencia (días) del primer adulto. La Dosis Letal Media (DL50) se estableció en 8% V/V.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Blanco, C.A., Chiaravalle, W., Dalla-Rizz M., Faria, J.R., García-Degano, M., Gastaminza, G., y Rodríguez, J. (2016). Current situation of pests targeted by Bt crops in Latin America. *Current Opinion in Insect Science*, 15: 131-138.

Franco-Archundia, S.L., Jiménez-Pérez, A., Luna-León, C., y Figueroa-Brito, R., (2006). Efecto tóxico de semillas de cuatro variedades de *Carica papaya* (Caricaceae)



en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Folia Entomol. Mex.*, 45(2): 171-177.

Fernández J.L. (2002). Nota corta: Estimación de umbrales económicos para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo del maíz. *Invest. Agric. Prod. Prot. Veg.* 17: 467-474.

Morales, P.; Noguera, Y.; Escalona, E.; Fonseca, O.; Rosales, C.; Salas, B.; Ramos, F.; Sandoval, E.; Cabañas, W. (2010). Supervivencia larval de *Spodoptera frugiperda* Smith con dietas artificiales bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía Tropical* 60 (40): 375-380.

Mendoza, J. (1994). Guía para el manejo integrado de insectos-plaga en maíz en el Litoral ecuatoriano. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Los Ríos-Ecuador. Boletín Divulgativo No. 336. 14p.  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1560>

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Ritz C and Streibig JC (2005) Bioassay Analysis using R. *Journal of Statistical Software* 12: 1-22.

Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP). (2015). Boletín situacional del maíz duro seco. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/situacionales-de-cultivo-2015/file/875-maiz-duro-seco>. Consultado: 18-01-2016.

Valarezo O., Cañarte E., Navarrete B., y Muñoz, X. (2016). Manejo integrado de las principales plagas del maíz. Plegable Divulgativo No. 389. Online  
<http://www.iniap.gob.ec/web/wp-content/uploads/2016/04/Descargar.pdf>

Villavicencio P. y Zambrano J.L. (2009). Guía para la producción de maíz amarillo duro en la zona central del Litoral ecuatoriano. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Los Ríos-Ecuador. Boletín Divulgativo No. 353. 24p. Online  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1551>

## **Proyecto 2. Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión**

### **Responsables**

Dr. Danilo Vera Coello, EETP (Coordinador del Proyecto/responsable del componente 1).

Dr. Ernesto Cañarte Bermúdez, EEP (Responsable del componente 2).

### **Colaboradores (equipo multidisciplinario del Proyecto):**

Dr. Danilo Vera C. (INIAP-EETP).

Dr. Ernesto Cañarte B. (INIAP-EEP).

M.Sc. Bernardo Navarrete C. (INIAP-EEP).

Mg. Xavier Muñoz Conforme, INIAP-EEP (contratado hasta julio de 2020).

M. Sc. Edwin Borja Borja (INIAP-EETP) (contratado para el proyecto).

Dra. Karina Solís (INIAP-EETP).

Mg. Sofía Peñaherrera (INIAP-EETP).

Dr. Manuel González Núñez (INIA-España).

Dra. Antonieta De Cal y Cortina (INIA-España).

### **Componente 2.**

#### **Determinación del rol de insectos escoltinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en la transmisión y dispersión de la enfermedad “Muerte regresiva”**

### **Ejecutores del Componente 2. del Proyecto en la EEP:**

Dr. Ernesto Cañarte B. (INIAP-EEP).

M.Sc. Bernardo Navarrete C. (INIAP-EEP).

Mg. Xavier Muñoz C. (INIAP-EEP).

### **Colaboradores:**

Dr. Danilo Vera C. (INIAP-EETP).

M. Sc. Edwin Borja Borja (INIAP-EETP).

Dra. Karina Solís (INIAP-EETP).

Mg. Sofía Peñaherrera (INIAP-EETP).

Dr. Anthony Cognato (Michigan State University)

Dr. Manuel González Núñez (INIA-España).

Dra. Antonieta De Cal y Cortina (INIA-España).

## **ANTECEDENTES**

El cultivo de teca (*Tectona grandis*) en Ecuador, en la última década, se ha incrementado significativamente, existiendo actualmente, según ASOTECA aproximadamente 45.000 ha, distribuidas en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas y Esmeraldas. Esto como resultado del apoyo gubernamental a través del Programa de Reactivación Forestal del MAGAP, en

extensas áreas dedicadas a la producción de este rubro. Sin embargo, en los últimos años, se ha observado la presencia de un problema fitosanitario conocido como “Muerte regresiva”, el cual se ha incrementado exponencialmente con grave afectación en las plantaciones en el Litoral ecuatoriano (INIAP, 2015a-2015b). Los síntomas de la muerte regresiva inicialmente son confundidos con el síndrome del decaimiento de la teca, enfermedad presente en varios países cultivadores de esta especie (Arguedas, 2006). La “Muerte regresiva” es causada por un amplio rango de microorganismos patógenos, y muchas veces puede implicar la interacción de dos o más especies de patógenos (Ploetz, 2006).

La sintomatología observada en “Muerte regresiva” difiere de otras patologías forestales como por ejemplo el “Decaimiento letal” principalmente por el grado de severidad que presenta. En el caso de “Muerte regresiva” ocasiona la muerte de los árboles en porcentajes relativamente elevados. Se ha determinado hasta el 20% de árboles muertos, según la información proporcionada por varios productores de teca en Ecuador. En contraste, en el decaimiento letal, existen reportes en Costa Rica de plantas afectadas que no superan el 5-8% y que en muchos casos estos árboles se han recuperado (Arguedas, 2006). Adicionalmente, se han reportado varias enfermedades de origen fúngico asociadas con insectos barrenadores de la madera, que han causado problemas significativos a lo largo de las últimas décadas (Ploetz *et al.*, 2013).

En agosto del 2015, un equipo técnico multidisciplinario del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), realizó un muestreo preliminar de problemas fitosanitarios a nivel de enfermedades e insectos-plaga en fincas productoras de teca de diversas zonas geográficas del Litoral ecuatoriano. Se colectaron varias especies de microorganismos e insectos-plaga y después de la respectiva revisión bibliográfica, se determinaron preliminarmente los posibles agentes causales de la enfermedad denominada “Muerte Regresiva” y sus posibles insectos vectores. Entre los microorganismos colectados asociados a la enfermedad, constan *Fusarium* sp.; *Lasiodiplodia* sp. y *Ceratocystis* sp. Mientras que de los insectos-plaga, se logró determinar la presencia de barrenadores de la familia Curculionidae, subfamilia Scolytinae (INIAP, 2015a-2015b). Resultados similares a los reportados por Flores-Velasteguí *et al.* (2010).

Con relación a la presencia de insectos asociados a la madera, determinados preliminarmente por INIAP (2015a-2015b), se observó que el 53% de los árboles evaluados en las plantaciones de teca presentaron perforaciones por insectos de las Familias Curculionidae y Cerambycidae. Del total de muestras colectadas, se recuperaron en laboratorio 124 especímenes, de los cuales, 123 correspondieron a la familia Curculionidae, subfamilia Scolytinae, demostrando la importancia de este grupo de insectos de la madera. De este estudio preliminar se desprende la presencia de los géneros *Xyleborus* spp., *Coptoborus* sp. e *Hypothenemus* sp. Sin embargo, será necesario confirmar la identificación de la diversidad de especies asociadas a teca, así como su relación con las condiciones ambientales de las diversas zonas de producción de esta especie forestal. El restante 47% de árboles evaluados en este estudio preliminar, no obstante, estaban afectados con algún patógeno, estos no presentaron ninguna perforación visible provocada por algún insecto, a lo largo del fuste.

No obstante, no todas las plantaciones de teca evaluadas por INIAP, reportaron presencia de barrenadores del fuste, se puede pensar que estos insectos, son en realidad

un componente más dentro de la problemática fitosanitaria de la teca, pudiendo ser causantes de la dispersión de hongos patogénicos entre y dentro de las plantaciones, ya que como se ha discutido un grupo importante de Scolytinae son verdaderos cultivadores de hongos, para lo cual forman una gran cantidad de galerías en el interior del tronco de la teca, donde cultivan hongos que son utilizados para su alimentación, desencadenando en muchos casos en la muerte del árbol por efecto del patógeno y no por la cantidad de galerías ocasionadas por estos barrenadores. En otros casos, las lesiones ocasionadas por las podas no son protegidas, los raleos en épocas inapropiadas o cualquiera otra fuente de heridas, aquellas responsables de crear vía de ingreso para organismos patogénicos, que terminan ocasionado la muerte a un gran número de árboles de teca, como se ha podido constatar.

Con estos antecedentes, el Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) de las Estaciones Experimentales Tropical Pichilingue y Portoviejo, en colaboración con el Departamento de Protección Vegetal del INIA-España, ejecutan este proyecto para determinar agentes causales y dispersores de la enfermedad “Muerte regresiva”.

### Objetivo General

Generar conocimientos que permitan contribuir al desarrollo de técnicas de manejo de la enfermedad “Muerte regresiva” que afecta al cultivo de teca en Ecuador.

### Objetivos Específicos

Identificar los principales Curculionidae: Scolytinae asociados a plantaciones de teca afectadas con “Muerte regresiva”.

### METODOLOGÍA

El protocolo *Determinación del rol de insectos escolítinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en la transmisión y dispersión de la enfermedad “Muerte regresiva”*, fue desarrollado por el personal del DNPV-Entomología, como respaldo al Componente 2 del proyecto Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión, mismo que fue aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Portoviejo, mediante Acta de Aprobación N° 019 del 19 de mayo de 2017 y detalla la metodología para el cumplimiento de este componente que comprende la ejecución de tres actividades: Actividad 1. Identificación de los escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”. Actividad 2. Fluctuación poblacional de escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”. Actividad 3. Capacidad de transmisión de insectos vectores de la enfermedad “Muerte regresiva”.

### Actividad 1. Identificación de los escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”

#### Ubicación

Esta actividad contempló durante el 2019, el monitoreo de 50 plantaciones comerciales de teca en cinco provincias del Litoral ecuatoriano consideradas dentro del proyecto teca: Manabí, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Guayas y Los Ríos, situadas entre las coordenadas 00°41'37,2" S -079°15'36,5" O y 01°20'16,2" S -079°33'12,4" O, con precipitaciones entre 1000 a 2800 mm (INIAP, 2015a; 2015b). Mientras que los estudios de laboratorio e invernadero se desarrollan en la Estación Experimental Portoviejo y Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP.

### Levantamiento de la información

Durante el 2020, dentro de esta actividad, nos dedicamos en el laboratorio de Entomología de la Estación Portoviejo, con ayuda de un estereomicroscopio y claves taxonómicas (Borror *et al.*, 1989), al procesamiento y separación hasta nivel de familia, de los grupos recolectados en las trampas (**Figura 5A**) y troncos (**Figura 5B**), en cada una de las 50 plantaciones visitadas durante el 2019. Seguidamente, los especímenes de la familia Curculionidae: Scolytinae, fueron separados para continuar con la clasificación por morfoespecies, para su envío a hasta el Holistic Systematic Insects Laboratory de Michigan State University en los Estados Unidos, para su respectivo análisis e identificación.

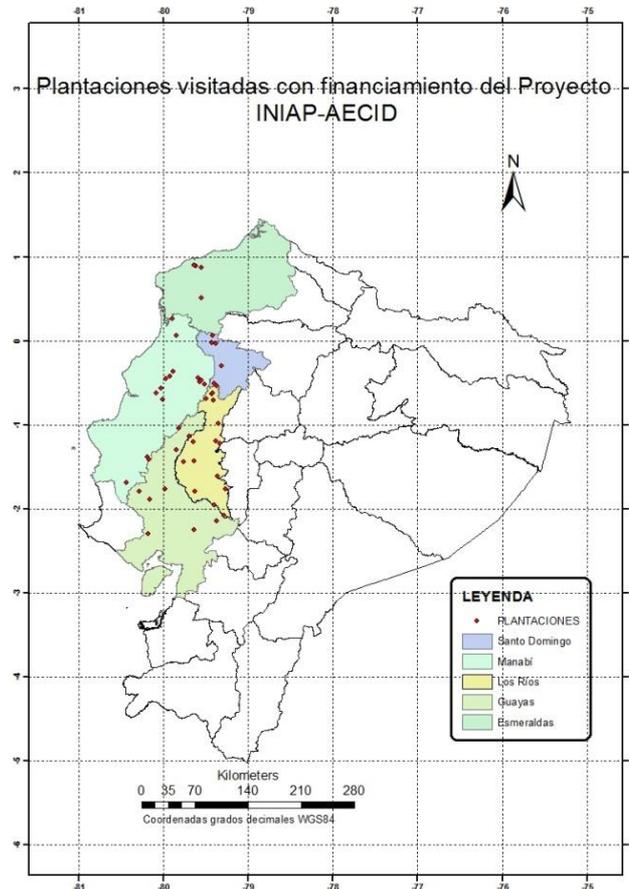


**Figura 5.** A. Trampa elaboradas con botellas plásticas de gaseosa de 1 litro de capacidad, con abertura frontal, conteniendo alcohol en gel. B. sección de tronco de aproximadamente 20 cm de longitud con evidencia de insectos perforadores.

No obstante, haberse cumplido en el 2019, la meta de las 50 fincas en las provincias antes citadas, durante el 2020, se recibió el reporte de problemas de “Muerte regresiva” en plantaciones de teca en las provincias de El Oro, Sucumbíos y Orellana. En este contexto, el personal del proyecto de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, programó realizar en mes de noviembre de 2020, visita a plantaciones de teca en estas provincias.

### RESULTADOS

En la **Figura 6**, se representa la distribución de las 50 fincas programadas y evaluadas dentro del proyecto teca, en cinco provincias del Litoral ecuatoriano, con la siguiente relación: Los Ríos (17), Manabí (15), Guayas (10), Esmeraldas (5) y Santo Domingo de los Tsáchilas (3).



**Figura 6.** Distribución de las 50 plantaciones de teca evaluadas en cinco provincias del Litoral ecuatoriano. Proyecto “Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. AECID – INIAP.

Del total de especímenes separados del orden Coleoptera, fueron identificadas las siguientes familias de acuerdo a la abundancia: Curculionidae, Nitidulidae, Scarabaeidae, Cerambycidae, Histeridae y Buprestidae. De estas destacó la subfamilia Scolytinae (Curculionidae), de la cual se recuperaron 1103 especímenes en 300 trampas ubicadas en las 50 fincas visitadas.

Finalmente, fueron clasificadas durante el 2020, a nivel de laboratorio, 71 morfoespecies de Scolytinae (Curculionidae), conservadas en viales con alcohol 98%. Previo al envío a los Estados Unidos, fue necesario preparar y legalizar el respectivo Acuerdo de Transferencia de Material (ATM), además de obtener el permiso de exportación por parte del Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE). Los especímenes fueron enviados en fecha 19 de octubre de 2020, hasta el laboratorio del Ph.D. Anthony I. Cognato, Professor Director of the A.J. Cook Arthropod Research Collection Entomology Graduate Program Director. Dept. of Entomology, Michigan State University, para la respectiva identificación taxonómica. Las muestras fueron acompañadas de la correspondiente guía de referencia (**Tabla 1**). Al cierre de este informe, se cuenta con el mensaje de recibido en buen estado de las muestras enviadas. El profesor Cognato comunicó que iniciaría la identificación a partir del mes de diciembre de 2020 y durante el 2021.

**Tabla 1.** Guía de referencia del envío de 71 muestras de especímenes Scolytinae, colectados en 50 plantaciones de teca ubicadas en el Litoral ecuatoriano. 2018-2019.

NATIONAL INSTITUTE OF AGRICULTURE RESEARCH OF ECUADOR (INIAP)  
 PORTOVIEJO EXPERIMENTAL STATION  
 DEPARTMENT OF ENTOMOLOGY

Guide for identification of specimens collected in teak *Tectona grandis* in the Ecuadorian coast, 2018-2019

Report

Species: Bark beetles

Host: Teak *Tectona grandis*

Collector: Cañarte, Ernesto; Navarrete, Bernardo; Muñoz, Xavier

Portoviejo-Ecuador. Km 12 of the Portoviejo-Santa Ana road, PO Box 100.

e-mail: ernesto.canarte@iniap.gob.ec

Data	Sam ple	Numb er of specim ens	Habit	Host	Location				Georeference	Elevatio n (meters above sea level)	Precipit ation (mm)	Collector
					Coun try	Province	Sector	Property				
11/10/ 2018	Sp. 1	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecu ador	Manabí	Pedernale s	Eloy Alfaro	^-0.23510; - 79.579773	44	900 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 2	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecu ador	Manabí	Pedernale s	Eloy Alfaro	^-0.23510; - 79.579773	44	900 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 3	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecu ador	Manabí	Pedernale s	Eloy Alfaro	^-0.23510; - 79.579773	44	900 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 4	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecu ador	Manabí	Pedernale s	Eloy Alfaro	^-0.23510; - 79.579773	44	900 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 5	4	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecu ador	Manabí	Pedernale s	Cañaverdel del Naranjo	^-0.70561; - 79.813053	44	900 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X

11/10/2018	Sp. 6	4	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Pedernales	Cañaver del Naranjo	^-0.70561; -79.813053	44	900 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 7	4	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	El Empalme	La Monserrate	^-1.13880; -79.70104	86	1000 - 1500	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 8	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	El Empalme	La Monserrate	^-1.13880; -79.70104	86	1000 - 1500	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 9	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	El Empalme	La Monserrate	^-1.13880; -79.70104	86	1000 - 1500	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 10	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Buena Fe	Patricia Pilar	^0.53160;-79-31832	224	2200 - 2700	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 11	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Buena Fe	Patricia Pilar	^0.53160; -79-31832	224	2200 - 2700	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 12	4	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Buena Fe	Patricia Pilar	^0.53160; -79-31832	224	2200 - 2700	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 13	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Santo Domingo de los Tsáchila	La Concordia	Las Villegas	^-0.02609; -7942935	214	1500-2000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 14	5	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Santo Domingo de los Tsáchila	La Concordia	E. E. Santo Domingo	-0.04547; -79.40889	248	1500-2000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 15	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Esmeraldas	Quininde	La Independencia	^-0.55082; -79.45784	200	1500-2000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 16	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Esmeraldas	Quininde	La Independencia	^-0.55082; -79.45784	200	1500-2000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 17	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Esmeraldas	Esmeraldas	San Mateo	^0.89855; -79.641221	23	700 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 18	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Esmeraldas	Esmeraldas	San Mateo	0.89044; -79.60326	23	700 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 19	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Esmeraldas	Esmeraldas	San Mateo	0.89044; -79.60326	23	700 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 20	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Esmeraldas	Esmeraldas	Mutile	0.87470; -79.50032	131	700 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X

11/10/2018	Sp. 21	5	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Chone	Tigrillo	$\sim$ -0.63181; -80.08718	49	900 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 22	5	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Chone	El Pueblito	$\sim$ -0.69241; -80.00731	66	900 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 23	5	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Flavio Alfaro	Las Cumbres	$\sim$ -0.36072; -79.88910	372	1000 - 1200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 24	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Flavio Alfaro	Bramadora	$\sim$ -0.41788; -79.92725	183	1000 - 1200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 25	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Flavio Alfaro	Bramadora	$\sim$ -0.41788; -79.92725	183	1000 - 1200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 26	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Flavio Alfaro	Camarones	$\sim$ -0.45107; -79.97160	173	1000 - 1200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 27	4	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Flavio Alfaro	Camarones	$\sim$ -0.45107; -79.97160	173	1000 - 1200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 28	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	El Carmen	Maicito	$\sim$ 0.26006; -79.58945	249	1500 - 1700	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 29	4	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	El Carmen	Bramadora	$\sim$ 0.47213; -79.55435	250	1500 - 1700	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 30	4	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	El Carmen	Bramadora	$\sim$ 0.47213; -79.55435	190	1500 - 1700	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 31	3	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	El Carmen	Bramadora	$\sim$ 0.47213; -79.55435	182	1500 - 1700	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 32	2	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Chone	Pavón	$\sim$ 0-0.56556; -80.0435	65	900 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 33	4	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Chone	Pavón	$\sim$ -0.56556; -80.0435	65	900 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 34	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Buena Fe	Los Angeles	$\sim$ -0.68926; -79.35493	220	2200 - 2700	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 35	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Buena Fe	Zulema Chaume	$\sim$ -0.68926; -79.35493	201	2200 - 2700	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 36	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Santo Domingo de los Tsáchila	Santo Domingo	La Providencia	$\sim$ -0.316690; -79.35493	251	2500 - 2700	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X

							de los Tsáchila					
11/10/ 2018	Sp. 37	<b>6</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Valencia	Chipe	^-0.98289; - 79.35132	52	2000 - 2200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 38	<b>6</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Quinsaloma	San Carlos	-1,17275; - 79.37209	142	2100 - 2300	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 39	<b>6</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Ventanas	San Rafael	^-1.38424; - 79.44058	25	1800 - 2000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 40	<b>8</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Urdaneta	Potosí	-1.628268; - 79.3585	22	1800 - 2000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 41	<b>5</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Montalvo	La Barranca	-1.74985; - 79.25857	68	2000 - 2200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 42	<b>3</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Babahoyo	Mata Cacao	^-1.96749; - 79.36899	12	1600 - 1800	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 43	<b>6</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Babahoyo	Mata Cacao	^-1.96749; - 79.36899	12	1600 - 1800	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 44	<b>4</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Naranjito	La Danesa	^-2.12538, - 79.36355	27	1200 - 1400	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 45	<b>2</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Naranjito	La Danesa	^-2.12538, - 79.36355	27	1200 - 1400	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 46	<b>4</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Baba	Pita	^-1.792811, - 79.639746	18	1100 - 1300	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 47	<b>2</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Rios	Baba	Pita	^-1.792811, - 79.639746	18	1100 - 1300	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 48	<b>6</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Olmedo	La Carmela	^-1.384849, - 80.194596		900 - 1100	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 49	<b>8</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Olmedo	La Carmela	^-1.384849, - 80.194596		900 - 1100	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 50	<b>1</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Colimes	Briones	^-1.409612, - 80.168369	78	700 - 900	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/ 2018	Sp. 51	<b>6</b>	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Santa Lucia	La Lorena	^-1.729625, - 79.975682	12	800 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X

11/10/2018	Sp. 52	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Santa Lucia	La Lorena	-1.729625, -79.975682	12	800 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 53	1	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Santa Lucia	La Lorena	-1.729625, -79.975682	12	800 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 54	5	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Isidro Ayora	Isidro Ayora	-1.889420, -80.163270	18	600 - 900	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 55	2	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Isidro Ayora	Isidro Ayora	-1.889420, -80.163270	18	600 - 900	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 56	4	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Isidro Ayora	Isidro Ayora	-1.889420, -80.163270	18	600 - 900	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 57	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Pedro Carbo	Villao	-1.799827, -80.287888	21	600 - 900	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 58	7	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Pedro Carbo	Villao	-1.799827, -80.287888	21	600 - 900	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 59	1	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Pedro Carbo	Villao	-1.799827, -80.287888	21	600 - 900	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 60	4	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Pedro Carbo	Villao	-1.799827, -80.287888	21	600 - 900	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 61	2	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Paján	El Cruce	-1.702548, -80.424599	98	1000 - 1200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 62	8	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Paján	El Cruce	-1.702548, -80.424599	98	1000 - 1200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 63	3	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Paján	El Cruce	-1.702548, -80.424599	98	1000 - 1200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 64	1	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Paján	El Cruce	-1.702548, -80.424599	98	1000 - 1200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 65	6	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Paján	El Cruce	-1.702548, -80.424599	98	1000 - 1200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 66	1	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Pichincha	Pichincha	1.036908, 79.82238	82	1100-1300	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 67	1	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Los Ríos	Babahoyo	Las Nubes	2.080556, 79.28556	21	1600 - 1800	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X

11/10/2018	Sp. 68	2	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Yaguachi	EE. Litoral Sur	2.2525, 79.64361	17	1000 - 1200	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 69	2	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Guayas	Guayaquil	Km 40	2.298889, 80.18278	22	500 - 700	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 70	2	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Esmeraldas	Quinindé	Mirador	0.336752, 79.470554		2000-2500	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X
11/10/2018	Sp. 71	3	Bark beetles	<i>Tectona grandis</i>	Ecuador	Manabí	Pedernales	Cañaverale del Naranjo	-0.70561;- 79.813053	44	900 - 1000	Cañarte, E; Navarrete, B; Muñoz, X



De las colectas realizadas durante el 2020, se visitaron y evaluaron 11 plantaciones de teca, distribuidas en la provincia de El Oro (4 fincas), Sucumbíos (2 fincas) y Orellana (5 fincas), tal como se describe en la **Tabla 2**. Las muestras de Scolytinae recuperadas en las trampas plásticas, se encuentran conservadas en alcohol 98% en el laboratorio de Entomología de la Estación Portoviejo, así como las muestras de troncos de 20 cm, con evidencia de perforaciones. Ambos grupos de muestras serán procesadas durante el primer trimestre de 2021.

**Tabla 2.** Registro de once plantaciones de teca evaluadas en las provincias de El Oro, Sucumbíos y Orellana. Proyecto “Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. AECID – INIAP 2020.

Nº	Nombre del productor	Tenencia de la propiedad	Provincia	Cantón	Parroquia	Localidad	Latitud	Longitud
1	Henry Fabián Loiza Jaramillo	Hombre	El Oro	Piñas	Saracay	Camaron es	-3.6272003	-79.8720854
2	Julio Andrés Basayo	Hombre	El Oro	Piñas	Saracay	La Florida	-3.66597697	-79.8648884
3	Wilfrido Lavanda	Hombre	El Oro	Santa Rosa	La Victoria	Recinto la Quebrada	-3.45275851	-79.8680658
4	Rafael Bon	Hombre	El Oro	Santa Rosa	Jumón	Jumón	-3.45568216	-80.0067658
5	Wilmer Loiza	Hombre	Sucumbíos	Cascales	Cascales	San Miguel	0.08697222	-77.1749167
6	Magdalena Armijos	Mujer	Sucumbíos	Shushufindi	San Roque	Nueva Vida	-0.31794444	-76.4935556
7	Vicente Imaicela	Hombre	Orellana	Francisco de Orellana	Nuevo Paraíso	Palmar del Río	-0.30550815	-77.1146493
8	Humberto Herrera	Hombre	Orellana	Francisco de Orellana	San Sebastián	Barrio San Bartolo	-0.37609246	-76.9987904
9	Pedro Ureña	Hombre	Orellana	Joya de los Sachas	San Carlos	Puerto Napo	-0.45139403	-76.8939132
10	Silvia Sarango	Mujer	Orellana	Joya de los Sachas	San Carlos	San Carlos	-0.38261796	-76.891586

11	INIAP Central de la Amazonía	Instituci ón	Orellana	Joya de los Sachas	San Carlos	INIAP- EECA	- 0.3625650 2	- 76.877363 2
----	------------------------------------	-----------------	----------	--------------------------	---------------	----------------	---------------------	---------------------

## Actividad 2. Fluctuación poblacional de escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”

### Ubicación

El presente estudio fue planificado para realizarse en el periodo de junio 2019 hasta mayo 2020, en tres plantaciones de teca localizadas en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos, con características pluviométricas que contrastan una de la otra, según se observa en la **Tabla 3**.

**Tabla 3.** Georeferenciación de las plantaciones de teca donde se realizó el ensayo de dinámica poblacional de escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”.

Provincia	Cantón	Sitio	Georeferenciación	Precipitación anual (mm)
Los Ríos	Buena Fe	Zulema- Chaume	Latitud: -1,38908 Longitud: -0,19560	2780
Guayas	El Empalme	Monserrate	Latitud: -1,137391 Longitud: -79,70346	1900
Manabí	Olmedo	Olmedo	Latitud: -1,38908 Longitud: -80,19560	1150

### Levantamiento de la Información

Una vez seleccionadas las tres plantaciones, desde el mes de junio, se inició el estudio de dinámica de escolítinos en las tres plantaciones de teca. Una vez por mes, se instalaba en cada finca, seis troncos de teca (tres con corteza y tres sin corteza) de 20 cm de longitud provenientes de una plantación sana, las cuales previamente eran sumergidos en alcohol al 70% por un periodo de un minuto. Inmediatamente, se los distribuía en línea recta a un distanciamiento de 25 m entre trampa y a una altura de 1,5 m (**Figura 7A y B**). Estas trampas permanecían por un mes en la plantación hasta ser retiradas, embaladas y llevadas al laboratorio de Entomología de la EEP, donde eran colocadas en cámaras de recuperación, de donde se extraían los especímenes barrenadores (**Figura 8**). Se construyeron 18 cámaras de confinamiento (una por cada

tronco instalado en cada finca) con canecas plásticas de color negro. En dichas canecas se realizaron dos aberturas, la primera en la parte posterior con un tamaño de 15 x 20 cm la misma que sirve para el ingreso del tronco y la segunda fue una circunferencia de un diámetro aproximado de 6 cm en la parte lateral superior izquierda, a la cual se le acopló la tapa de un frasco transparente que sirve de escape para el insecto. A partir de la colocación del tronco a la cámara, se realizaron evaluaciones diarias de estas cámaras para el registro en la ficha de evaluación. Estos troncos permanecían individualizados en estas cámaras por 30 días. A partir de este tiempo se procedió a seccionar dos troncos por cada plantación, con la finalidad de contabilizar los estados biológicos de insectos barrenadores, así como la recuperación de adultos. Adicionalmente, se colocaron seis trampas de botella plásticas a 1,5 metros sobre el nivel del suelo, distribuidas a 25 m de distancia entre trampas. Veinticuatro horas después, se retiraban las trampas (plásticas) y se recolectaban los insectos capturados en cada una de las trampas, los especímenes eran colocados en frascos con alcohol al 98% y llevados al laboratorio de Entomología de la EEP, para su posterior conteo y separación en morfoespecies de escolítinos, siguiendo la metodología ya descrita.



**Figura 7.** A. Troncos de teca provenientes de plantaciones sanas sumergidas en alcohol. B. troncos de teca instalada en fuste de árbol de teca durante un mes.

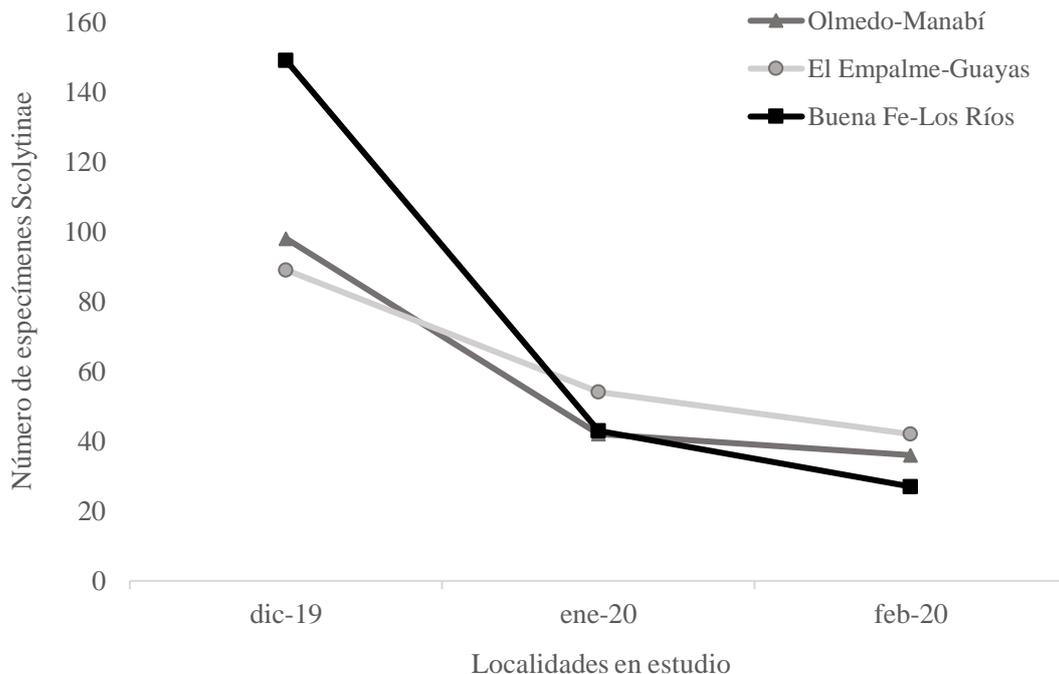


**Figura 8.** Camaras selladas conteniendo troncos de teca individualizados para la recuperación de especímenes barrenadores. Estación Experimental Portoviejo. 2020.

**RESULTADOS**

Durante el primer semestre de 2020, sólo fue posible realizar dos evaluaciones de la dinámica poblacional de Scolytinae en las tres localidades establecidos, en los meses de enero y febrero, ya que, a partir del 17 de marzo de 2020, debido a la emergencia sanitaria por efecto del COVID-19, decretada por el Gobierno Central, fuimos prohibidos de realizar actividades presenciales en las estaciones experimentales. No fue hasta el 18 de junio del 2020, que el Gobierno comenzó a programar el retorno progresivo y a partir del 21 de septiembre, recién se incrementó el aforo al 70% del personal en las estaciones. No obstante, el personal del DNPV-Entomología de la estación Portoviejo, no había hasta esa fecha incluido en estos grupos de retorno.

Bajo estas circunstancias, no fue posible registrar la información de la dinámica en los doce meses programados, faltando los datos de marzo, abril y mayo, por lo que, para el análisis estadístico de la información de esta actividad, solamente se considerarán nueve meses de estudio, correspondiente al periodo de junio de 2019 a febrero de 2020. Del total de especímenes de Scolytinae recuperados en los meses de diciembre/2019, enero y febrero/2020 (580 especímenes), se puede observar en la **Figura 9**, un decrecimiento de las poblaciones de estos barrenadores, en los meses de enero y febrero, lo cual es posible, esté asociado a la presencia de las lluvias durante estos meses de estudio. Una vez se cuente con la identificación de las especies reportadas en las plantaciones de las tres localidades (Olmedo, El Empalme y Buena Fe), enviadas a los Estados Unidos, se procederá al correspondiente análisis estadístico, con la información generada en los nueve meses de estudio.



**Figura 9.** Dinámica poblacional de barrenadores de la madera (Curculionidae: Scolytinae), asociado a plantaciones de teca en tres provincias del Ecuador. 2019-2020.



### Actividad 3. Capacidad de transmisión de insectos vectores de la enfermedad “Muerte regresiva”.

#### Ubicación

La fase de campo de esta actividad, fue implementada en las mismas tres plantaciones de teca ubicadas en Buena Fe (Los Ríos), El Empalme (Guayas) y Olmedo (Manabí), que correspondían a la Actividad 2. Dinámica poblacional. Estaba programada para ser ejecutada entre el último trimestre de 2019 a mayo/2020, en conjunto con los laboratorios de Entomología de la EEP y el laboratorio de Fitopatología de la EETP del INIAP.

#### Levantamiento de la información

**Fase 1. Transmisión en campo:** esta subactividad se la estuvo realizando en colaboración con el laboratorio de Fitopatología de la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Para esto, a partir de diciembre de 2019, en las mismas tres fincas de teca donde se evaluaba la dinámica poblacional en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos, se comenzó a colocar adicionalmente dos troncos sanos de teca de una longitud de 20 cm, donde permanecieron por un mes. Al término de este tiempo, los troncos eran embalados, identificados y llevados al laboratorio de Fitopatología de la EETP, para ser procesados. Bajo las condiciones del laboratorio en los meses de enero y febrero de 2020, se procedió a extraer los individuos de escolítinos que se encontraban dentro de las galerías de los troncos, en sus diferentes estados biológicos (huevo, larva, pupa, adulto). Posteriormente eran lavados con una solución de agua destilada por cuatro ocasiones, además de hipoclorito de sodio al 2,5%. Después de este lavado, los especímenes de escolítinos en cada estado biológico y en forma separada, fueron triturados con mortero y colocados en tajadas de zanahoria en forma de "sanduche", dejándolos por aproximadamente 21 días, hasta observar la aparición de agentes patógenos asociados a la enfermedad "Muerte regresiva". El objetivo aquí era probar que los Scolytinae que visitaban y perforaban los troncos centinelas limpios (libres de MR), llegaban portando esporas de estos hongos patogénicos.

#### RESULTADOS PRELIMINARES

Del procesamiento de las muestras de las dos colectas iniciales (diciembre/2019 y enero/2020), se puede mencionar que hubo resultados promisorios, reportándose organismos a nivel de las galerías realizadas por barrenadores de la subfamilia Scolytinae (**Tabla 4**). Así mismo, se determinó la presencia de otros organismos en los macerados de insectos barrenadores (Tabla 5). No obstante, estos resultados deben ser validados. Al respecto, se tenía previsto continuar con estos procesamientos de muestras hasta el mes de mayo de 2020, sin embargo, por efecto de la pandemia fueron abruptamente suspendidos a partir de marzo de 2020.

**Tabla 4.** Organismos aislados provenientes de galerías ocasionadas por insectos barrenadores de la subfamilia Scolytinae en troncos centinelas de teca ubicados en las localidades de Olmedo (Manabí), El Empalme (Guayas) y Buena Fe (Los Ríos). 2019-2020.

Olmedo-Manabí	El Empalme-Guayas	Buena Fe-Los Ríos
---------------	-------------------	-------------------

<i>Lasiodiplodia</i>	<i>Lasiodiplodia</i>	<i>Fusarium</i>
<i>Fusarium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Lasiodiplodia</i>
<i>Fusarium</i>	<i>Fusarium</i>	

**Tabla 5.** Organismos aislados a partir de macerados de insectos barrenadores *Scolytinae* capturados en galerías realizadas en troncos centinela de teca ubicados en las localidades de Olmedo (Manabí), El Empalme (Guayas) y Buena Fe (Los Ríos). 2019-2020.

Olmedo-Manabí	El Empalme-Guayas	Buena Fe-Los Ríos
<i>Trichoderma</i> spp.	Sin crecimiento	<i>Trichoderma</i> spp.
Sin crecimiento	Sin crecimiento	<i>Trichoderma</i> spp.

### ACCIONES ANTE LA EMERGENCIA SANITARIA

En base a la experiencia desarrollada en las primeras pruebas, donde se probó varias metodologías de extracción de organismos de galerías y especímenes de *Scolytinae* y cuyos resultados preliminares fueron descritos en el párrafo anterior, se concluyó que las técnicas de maceración de insectos, no fue apropiada. Por lo que, en los 10 últimos troncos centinelas enviados a la EETP en noviembre de 2020, donde se evidenció abundantes galerías del *Scolytinae* modelo, se están probando otras técnicas, basado en pruebas previas realizadas para ajustar la metodología. Esta técnica involucra realizar un lavado con agua destilada estéril de los insectos; el agua resultante, es sembrada en medio de cultivo para determinar presencia de hongos en el exoesqueleto del insecto. Para determinar la presencia de organismos en el hemocele del insecto, internamente, se procedió a desinfectarlos externamente y luego se procedió a sembrar la parte interna del insecto en medio de cultivo, a la espera de obtener crecimientos de hongos. A la fecha del cierre de este informe, las placas de Petri están en el laboratorio de Fitopatología de la EETP, esperando su crecimiento. En algunas placas de Petri se está viendo desarrollo de hongos, no obstante, se sigue a la espera de un desarrollo completo hasta que, produzcan estructuras reproductivas y proceder a su respectiva identificación.

**Fase 2. Transmisión en casa de vegetación:** esta segunda fase, se la tenía programada iniciar a partir del segundo trimestre del 2020, pero por las razones de emergencia sanitaria, que nos obligó a retirarnos de las estaciones y cumplir sólo actividades de teletrabajo, no se pudo iniciar, lo cual se agravó con la terminación del contrato a partir del mes de julio/2020 del técnico asignado en la Estación Portoviejo en este proyecto.

**Procedimiento:** Esta actividad debe ser planificada y desarrollada en conjunto con el laboratorio de Fitopatología de la EETP, requiriendo para su implementación de: plantas de teca aclimatadas a casa de vegetación; cría de la especie de *Scolytinae* de mayor abundancia que se utilizará como modelo de estudio; cultivos de hongos asociados a “MR” disponibilizados por el laboratorio de la EETP.

Una vez se cuente a nivel de laboratorio, con la cría de la especie de *Scolytinae* de mayor abundancia, se implementará esta segunda fase de la actividad de transmisión, con la siguiente metodología. Individuos de *Scolytinae* serán ubicados sobre cajas de Petri conteniendo el crecimiento de cada hongo, esperando que los mismos al caminar se impregnen de esporas de los hongos, para posteriormente ser confinados en los troncos de las plantas de teca ubicadas en la casa de vegetación. Para esto se utilizarán

mangas entomológicas elaboradas con malla antiáfidos. Periódicamente se revisarán las plantas, hasta confirmar que los Scolytinae hayan perforado e ingresado al tallo de cada planta. Aproximadamente seis meses después de su infestación artificial, se diseccionarán los tallos y se evaluará el número de perforaciones, longitud de galerías, presencia de colonias de la especie Scolytinae utilizada en la infestación artificial (huevos, larvas, pupas, adultos), presencia o ausencia de hongos causantes de la enfermedad “Muerte regresiva” en cada planta infestada, identificación morfológica de los hongos y porcentaje de plantas enfermas. Las muestras serán procesadas en el laboratorio de Fitopatología de la EETP.

### **Análisis estadístico**

Las variables serán sometidas a la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis usando el paquete Agricolae del software R Studio (R Core Team, 2020).

### **RESULTADOS PRELIMINARES**

Al momento se mantienen aclimatadas 150 plantas de teca de 2 años de edad, las mismas que se encuentran en buen estado dentro de la casa de vegetación de la EEP. Hasta antes de presentarse el problema de la emergencia sanitaria por el COVID-19, ya teníamos identificado la especie modelo de Scolytinae a ser estudiada, misma que estaba siendo criada para conocer su comportamiento a nivel de laboratorio.

Infelizmente, no se pudo continuar con esta actividad de mantenimiento de estos individuos de Scolytinae, terminándose por perder la cría, a lo que se suma la falta de personal técnico. Con relación a los cultivos de hongos, están listos y a la espera de reanudar las actividades.

### **ACCIONES ANTE LA EMERGENCIA SANITARIA:**

- Se espera concretar una ampliación del proyecto.
- Entre los meses de septiembre y noviembre de 2020, se reanudó la captura de la especie seleccionada de Scolytinae. Para esto, fueron colocados 30 troncos centinelas, en la plantación de teca ubicada en Olmedo-Manabí, donde originalmente se había colectada esta especie durante el 2019. Posteriormente, 30 días después, fueron retirados del campo y de estos, 10 troncos fueron enviados al Laboratorio de Fitopatología de la EETP, para su análisis fitopatológico a nivel de galerías y en el cuerpo de Scolytinae. A la fecha están siendo procesados y los organismos se están sembrando para su posterior identificación.
- Al momento del cierre de este informe, se está probando una metodología alternativa para probar la capacidad de transmisión de insectos Scolytinae, colocando troncos de teca infestados por estos insectos junto a troncos sanos, confinados en jaulas entomológicas.
- No obstante, se espera montar las pruebas de transmisión a nivel de casa de vegetación, durante el primer semestre de 2021.

### **Actividad 4. Socialización, capacitación y difusión de resultados del proyecto**

Durante el 2020, se realizaron las siguientes dos acciones de difusión de los resultados del proyecto:

1. Una vez autorizado el permiso correspondiente, se subió al repositorio de INIAP en fecha 18-04-2020, el Manual Nro. 109. Vera, D.; Cañarte, E.; Navarrete, B.; Solís, K.; Muñoz, X.; Cevallos V.; y Borja, E. (2019). Muestreo de enfermedades vasculares e insectos barrenadores asociados a teca (*Tectona grandis* L.f.) y alternativas para su manejo. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 1ra. Ed. octubre de 2019. Quito, Ecuador: Editorial Mendieta.
2. Participación en las XLIV Jornadas Nacionales de Biología 2020. Organizado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) 1-3 de diciembre de 2020. (online), con el tema Navarrete-Cedeño, B.; Cañarte-Bermúdez, E.; Muñoz-Conforme, X.; Borja-Borja, E. y Vera-Coello, D. (2020). “Uso de troncos “centinela” como método de captura de insectos Curculionidae: Scolytinae en plantaciones de teca”. A continuación, se presenta el resumen aprobado de la participación en dicho evento.

### Resumen

En Ecuador, las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) están siendo afectadas por la enfermedad vascular “Muerte regresiva”, probablemente diseminada por escarabajos escolítinos de ambrosia. Un método de captura de estos insectos barrenadores, es el uso de trampas “centinela” (secciones de troncos de teca) que fomenten su colonización. El objetivo de esta investigación fue determinar el tipo de trampa “centinela” que asegura la mayor concentración de escolítinos. Para ello, en una plantación de teca en Portoviejo-Manabí, se colocaron 72 secciones de teca de 20 cm de longitud, sometidas a los siguientes tratamientos: tiempo de exposición (15 y 30 días), ubicación (1, 1.5 y 2 m altura), presencia o ausencia de corteza y con o sin inmersión en alcohol etílico al 70%. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar. La variable analizada fue el número de escolítinos obtenidos 30 días después de retirar los troncos. La inmersión en alcohol de troncos incrementó en 52,85% la cantidad de escarabajos colectados. Este resultado se debe a la atracción natural que ejercen las sustancias volátiles alcohólicas sobre hembras colonizadoras de Scolytinae. El uso de trampas “centinela” puede usarse para monitoreo y control de escolítinos en plantaciones de teca.

3. Etiología de la principal enfermedad de teca y rol de los insectos en su discusión. INIAP. (ocho infografías). Vía facebook (04-09-2020).

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arguedas, M., Chaverri, P., Verjans, Jean-Marc. (2004). Problemas fitosanitarios de la teca en Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente*, 41: 130-135.

Borror, D.J., Triplehorn, C.A. y Johnson, N.F. (1989). ‘*An introduction to the study of insects*’, 6ª ed., 875 p.

Carrillo, D. Duncan, R.E, Ploetz, J.N., Campbell, A.F., Ploetz, R.C. y Peña, J.P. (2014). Lateral transfer of a phytopathogenic symbiont among native and exotic ambrosia beetles, *Plant Pathology* 63: 54-62.

Carrillo, D., Dunlap, C.A., Avery, P.B., Navarrete, B., Duncan, R.E., Jackson, M.A., Behle, R.W., Cave, R.D., Crane, J., Rooney, A.P., Peña, J.P. (2015). Entomopathogenic fungi as biological control agents for the vector of the laurel wilt disease, the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae), *Biological Control*, 81: 44-50.

Cruz, W.P., Sarmiento, R.A., Pedro-Neto, M., Ferreira, Jr. D.F. Rodríguez, D.M. (2012) Análise faunística de ácaros fitoseídeo em pinhão-mansão e plantas espontâneas associadas, *Agroecossistemas* 4:17-32.

Farrell, B.D., Sequeira, A.S., O'Meara, B.C., Normark, B.B., Chung, J.H. y Jordal, B.H. (2001). The evolution of agriculture in beetles (Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae), *Evolution* 55, 2011–27.

Flores-Velasteguí, T., Crespo-Gutierrez, M., y Cabezas-Guerrero, F. (2010). Plagas y enfermedades en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f) en la zona de Balzar, Provincia del Guayas, *Ciencia y Tecnología*, 3(1): 15-22.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2015a.) Informe de Visita Técnica Sobre el Estado Fitosanitario de Plantaciones de Teca en el Litoral Ecuatoriano. 25p.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2015b.) Informe Técnico Anual. Departamento Nacional de Protección Vegetal- Sección Entomología. Estación Experimental Portoviejo, EC. 65p.

Kajimura, H. y N. Hijii. (1992). Dynamics of the fungal symbionts in the gallery system and the mycangia of the ambrosia beetle, *Xylosandrus mutilatus* (Blandford) (Coleoptera: Scolytidae) in relation to its life history, *Ecological Research*, 7:107-117.

Lofego A.C. y Moraes G.J. (2006). Ácaros (Acari) asociados a mirtáceas (Myrtaceae) em áreas de cerrado no estado de São Paulo com análise faunística das famílias Phytoseiidae e Tarsonemidae, *Neotrop Entomol*, 35: 731-746.

O'Donnell, K., Kistler, H.C., Cigelnik, E., y Ploetz, R.C. (1998). Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: Concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95: 2044-2049.

Ploetz, R.C. (2006). Fusarium-Induced Diseases of Tropical, Perennial Crops. *Phytopathology*, 96(6): 648-52.

Ploetz, R.C., Hulcr, J., Wingfield, M.J. y de Beer, Z.W. (2013). Destructive tree diseases associated with ambrosia and bark beetles: black swan events in tree pathology?. *Plant Disease*, 97 (7): 856-872.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Six, D.L. (2012). Ecological and evolutionary determinants of bark beetle–fungus symbioses. *Insects*, 3: 339-66.

Stilwell, A.R., Smith, S.M., Cognato, A.I., Martinez, M. y Flowers, R.W. (2014). *Coptoborus ochromactonus* n. sp. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), an Emerging Pest of Cultivated Balsa (Malvales: Malvaceae) in Ecuador. *J. Econ. Entomol.*, 107(2): 675-683.

### **Proyecto 3. Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano**

**Responsable:** Dr. Ernesto Cañarte B. (Entomología EEP).

**Colaboradores:** Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP).

Ing. Rafael Sotelo (Técnico contratado FAO).

M.Sc. Bernardo Navarrete C. (Entomología EEP).

Ing. Antonio Pinargote B. (Entomología EEP).

Ing. Ciro Verduga A. (estudiante de Maestría-UTM).

Ing. Marjorie Asanza (estudiante de Maestría-UTM).

Ing. Geover Peña (EEP).

Ing. Alma Mendoza (Fitopatología EEP).

M.Sc. Silvia Montero C. (Docente ESPAM-MFL)

Dr. César Tápiá (DENAREF-EESC).

Dr. Álvaro Monteros (DENAREF-EESC).

Mg. Wilmer Ponce (Laboratorio de Bromatología EEP).

Mg. Benny Avellán (Transferencia EEP).

Gilmar Jesús Cañarte C. (Tesis de pregrado UTM)

Luis Fernando Días T. (Tesis de pregrado UTM)

Carlos Eddy Alvarado Zamora (Tesis de pregrado UTM)

#### **Otros colaboradores:**

M.Sc. David Suarez (FAO-Coordinador Nacional del proyecto +Algodón-Ecuador).

Ing. Wimper Rodríguez (FAO-Pedro Carbo-Guayas).

AGROCALIDAD.

Ph.D. Fernando Sánchez. Universidad Técnica de Manabí.

#### **ANTECEDENTES**

El algodón *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) es la principal fibra natural sembrada en el mundo, con 31,3 millones de hectáreas cultivadas en 2017, siendo los principales países productores India, China, Estados Unidos, Pakistán y Brasil, que juntos aportan con el 80% de la producción de esta malvácea (ICAC, 2017; FAO, 2018). La actividad algodonera en Ecuador, ha estado orientada a proporcionar materia prima para la industria textil, aceites y grasas (INIAP, 1979). El cultivo del algodón *G. hirsutum*, se lo realiza en el Litoral ecuatoriano, principalmente en las provincias de Manabí (80% de la superficie) y Guayas (20% de la superficie), en altitudes comprendidas entre 3 y 160 msnm, obteniéndose los mejores rendimientos en ambientes con pluviosidad promedio de 600 mm, 28 °C y 650 horas de luz solar durante su ciclo productivo (Sión, 1992, FAO, 2018).

La superficie cultivada, se ha reducido drásticamente en los últimos años. A partir de 1974 se experimenta un decrecimiento de alrededor del 30% en producción y 60% en superficie. Según las estadísticas, la superficie pasó de 36.000 ha en 1974 a 700 ha en el 2010, reportándose en el 2016 1.800 ha, que representa una producción aproximada de 5000 TM con un costo de producción de 1425 dólares/ha (FUNALGODON, 2010, 2016), mientras que la demanda de la industria local, se sitúa en alrededor de 20.000 TM anuales de fibras (INIAP, 2008, FUNALGODON, 2016), existiendo un déficit de alrededor de 15.000 TM.

Los productores de algodón ecuatorianos son definidos como agricultores familiares en transición hacia la diversificación y/o desactivación, el 80% de ellos son hombres, siendo las mujeres sobre todo requeridas durante siembra y cosecha. Todas las labores del cultivo son realizadas manualmente, demandando una gran cantidad de mano de obra (FAO, 2018).

En 1994, el INIAP, culminó sus investigaciones de acuerdo con las políticas y estrategias del Instituto. Sin embargo, en la actualidad conserva un banco de germoplasma en el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF), con una colección de 168 accesiones, de las cuales 12 son de Ecuador, 149 de EEUU, 1 de México y 6 de Rusia. En las tres décadas de trabajo en este cultivo, el INIAP, generó alrededor de 81 trabajos de investigación ingresados en su base de datos y 15 publicaciones (INIAP, 1979, 1992, 1994).

A partir de 1990, la Fundación Algodón (FUNALGODON), inicia sus trabajos en apoyo al pequeño y mediano productor algodonnero, manteniendo activo el fomento de este cultivo. No obstante haber disminuido sustancialmente el área cultivada, se ha mantenido la tradición de su siembra, cuya producción es ofertada a la industria textil nacional.

En la actualidad, no se dispone en el Ecuador de material genético de calidad con características deseables, así como tampoco nuevas tecnologías. Hasta el año 2016, FUNALGODON disponía sólo de la variedad DP Acala 90 procedente de SEMSA-Colombia. No obstante, esta empresa dejó de producir esta variedad, agravando la problemática, ya que en el país no se produce semilla certificada.

Al respecto, el sector algodonnero enfrenta grandes desafíos a nivel internacional y nacional, que requiere de la cooperación e implementación de estrategias en conjunto con los actores involucrados. En este contexto, surge el proyecto de Cooperación Sur-Sur trilateral GCP/RLA/199/BRA “**Fortalecimiento del Sector Algodonnero por medio de la Cooperación Sur-Sur**”, denominado **Proyecto +Algodón** firmado entre el gobierno de Brasil, por intermedio de la Agencia Brasileña de Cooperación del Ministerio de Relaciones Exteriores (ABC/MRE), el Instituto Brasileño del Algodón (IBA) y la Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe (FAO RLC) a finales del año 2012.

Este proyecto tiene como objetivo contribuir a partir de tecnologías, recursos técnicos y humanos y experiencias relevantes disponibles en Brasil al desarrollo del sector algodonnero de los países del MERCOSUR y asociados y Haití, donde uno de los principales socios técnicos de la iniciativa es la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA).

En este contexto, el Gobierno de Ecuador a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), manifestó su interés en participar en el proyecto de cooperación Sur-Sur trilateral GCP/RLA/199/BRA, por lo que en el marco de este proyecto regional, se firmó entre el gobierno brasileño, el gobierno ecuatoriano y la FAO, en agosto de 2017, el proyecto país “Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar”, cuyo principal objetivo es contribuir al desarrollo sostenible de la cadena de valor del sector algodón ecuatoriano, que permita el incremento de la productividad e ingresos de los productores familiares del algodón, para mejorar su calidad de vida. El INIAP fue designado Punto Focal del Proyecto +Algodón-Ecuador, haciendo imperioso que el instituto presente una propuesta de investigación.

Esta investigación que presenta INIAP, es parte del Proyecto “**Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar**” GCP/RLA/199/BRA cuyo socios son: Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP); la Agencia Brasileña de Cooperación del Ministerio de Relaciones Exteriores de Brasil (ABC/MRE), la Asociación Brasileña de Asistencia Técnica y Extensión Rural, mediante la Empresa de Asistencia Técnica y Extensión Rural del Estado de Paraíba (ASBRAER/EMATER-PB) y la Secretaría Nacional de Economía Solidaria del Ministerio de Trabajo y Empleo (SENAES/MTE).

El INIAP retoma así las investigaciones en torno a este importante rubro para la economía del país, generando un programa de investigación que involucre la evaluación de nuevos materiales de algodón introducidos, potencialmente adaptables a las condiciones agroecológicas de Manabí y Guayas, con excelentes características agronómicas, fitosanitarias y de calidad de fibra y a partir de ahí, generar tecnologías con la finalidad de contribuir al establecimiento de un programa de manejo sostenible del algodón en Ecuador.

El EMBRAPA-Algodón de Brasil, cuenta con materiales de características agronómicas sobresalientes, tolerancia a enfermedades y buena calidad de fibra, los cuales han sido desarrollados en ambientes que pudieran ser compatibles con la zona productora del Ecuador, cuyo rendimiento potencial se encuentran entre los 3800 y 4800 kg de algodón. Entre estos materiales, destacan el BRS-286, BRS-293, BRS-335 y BRS-336 (EMBRAPA-Algodón, 2009, 2011). Así mismo, en Colombia también se reportan dos materiales de algodón convencional: DP ACALA 90 (SEMSA-CORPOICA) y CARIBEÑA M 129, desarrollados por CORPOICA, con potencial de adaptación a nuestras condiciones. Será prioritario entonces iniciar los trámites de introducción de estos materiales, siempre que se logren desarrollar los correspondientes ARPs homologados con Ecuador, lo cual podría ser lento, si se considera que tanto Brasil como Colombia registran la presencia del picudo del algodón *Anthonomus grandis*, plaga considerada cuarentenaria para Ecuador. Con estos materiales, se podría iniciar un programa de mejoramiento y validación, además de atender la problemática fitosanitaria, retomando las investigaciones en torno al estatus de las plagas y sus enemigos naturales bajo las condiciones actuales, con la finalidad de proponer alternativas viables de ser aplicadas en la producción sostenible del algodón.

En este contexto, El DNPV-Entomología de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, ejecuta el presente estudio que tiene como objetivos:

## OBJETIVOS:

### Objetivo general

Generar tecnologías sostenibles que contribuyan al desarrollo del cultivo de algodón en Ecuador.

### Objetivos específicos (2020)

Identificar los grupos funcionales de artrópodos asociados al cultivo de algodón correlacionados con las condiciones ambientales.

Ejecutar un plan de regeneración de accesiones del género *Gossypium* spp. conservado en el banco de germoplasma del INIAP y nuevas recolecta en Ecuador.

Determinar el efecto de bioherbicidas para el control de malezas en algodón (*Gossypium hirsutum* L.).

Evaluar la respuesta de la variedad del algodón BRS-336 a varias densidades poblacionales de siembra.

Determinar la época y dosis apropiada del regulador de crecimiento (Cloruro de Mepiquat) en algodón.

Determinar el efecto de la densidad poblacional en el comportamiento agronómico y productivo de la variedad de algodón “BRS-336”.

Establecer la época y dosis de aplicación del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat en el cultivo de algodón.

Estudiar la respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios.

Evaluar el efecto de *Trichoderma* spp. sobre características agronómicas y sanitarias del algodón.

Realizar eventos de capacitación dirigidos a productores, técnicos, estudiantes y demás interesados en la actividad algodонера.

Realizar publicaciones de fichas, plegables, guías, manuales y artículos científicos.

## METODOLOGÍA

Durante el 2020, el DNPV-Entomología, desarrolló varias actividades en el marco del proyecto “Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano”, aprobado por el Comité Técnico de la Estación Portoviejo, mediante Acta de Revisión de Comité Técnico N°013 y Acta de Aprobación N°003 de fecha 01 de junio de 2018.

## Actividad 1. Identificación de grupos funcionales de artrópodos asociados al cultivo de algodón correlacionados con las condiciones ambientales

Esta actividad tuvo como objetivo identificar taxonómicamente y establecer la relación de los diferentes grupos funcionales de artrópodos-plaga y benéficos asociados al cultivo de algodón, durante un año de investigación, determinar su riqueza y abundancia, análisis faunístico y establecer la dinámica temporal de sus poblaciones. Todo esto con la finalidad de priorizar las plagas-clave y el accionar de sus enemigos naturales, en el marco del desarrollo de alternativas para el manejo integrado de plagas.

### METODOLOGÍA DEL EXPERIMENTO

#### Ubicación

El presente estudio se lo realizó en el periodo enero/2019 a enero/2020, en el Lote Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana-Manabí, geográficamente a 01°09'51" de Latitud sur y 80°23'24" de Longitud oeste, a una altitud de 60 msnm. Presenta las siguientes características agroclimáticas: zona tropical, topografía plana, temperatura promedio 26,3°C, precipitación anual 527 mm, humedad relativa 83%.

#### Procedimiento

Se establecieron dos parcelas de algodón de 300 m<sup>2</sup> (15x20 m), utilizando un distanciamiento de 1,0 x 0,2 m (50000 pl ha<sup>-1</sup>). Las parcelas fueron separadas una de la otra a 50 m. Se evaluó la variedad de algodón BRS-336, introducida por INIAP desde EMBRAPA-Brasil a finales de 2018 y se la comparó con la variedad DP-Acala 90, que corresponde a una de las dos variedades comerciales de algodón comúnmente sembrada en el Litoral ecuatoriano. Se efectuaron dos siembras, en los meses de enero y agosto de 2019. Las parcelas recibieron un programa básico de manejo, que involucró, el tratamiento a la semilla, uso de fungicidas al suelo, fertilización, riego y manejo de malezas. Se evitó el uso de insecticidas, para no interferir con el desarrollo de las poblaciones de artrópodos en las parcelas. Las evaluaciones de los grupos funcionales de artrópodos se iniciaron a los 8 días después de la siembra (dds) y se continuaron con una frecuencia semanal. En cada fecha se registró la presencia de los principales artrópodos en las parcelas experimentales, utilizando las siguiente técnica y metodología.

**Método de muestreo absoluto por planta:** Para esto se etiquetaron aleatoriamente en el área útil de las dos parcelas, veinticinco plantas, a las cuales se les realizó el seguimiento semanal de su desarrollo, presencia de insectos y ácaros plaga en tallo, hojas, flores y frutos, además de la fauna benéfica existente. En cada fecha se contabilizaron los estados móviles de los artrópodos presentes. Los datos fueron acumulados mensualmente para el estudio de la dinámica temporal de los diferentes grupos funcionales.

Complementariamente, se efectuaron colectas de especímenes de diferentes especies de artrópodos asociados al cultivo de algodón, los cuales son conservados en alcohol 70%, en el Laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo.

**Datos climáticos:** Se registraron los datos climatológicos del periodo de estudio, utilizando la información de la estación meteorológica del INAMHI, situada en el Lote Teodomira-Lodana-Santa Ana, de la Universidad Técnica de Manabí.

## Análisis estadístico

**Análisis faunístico:** se determinó la riqueza y abundancia estimada de artrópodos asociados al cultivo de algodón, que es expresada en número de especies e individuos. Se realizó un análisis faunístico considerando todas las especies de artrópodos colectados, reportados durante el año de estudio. Estos análisis consisten en el cálculo de los índices de diversidad, dominancia, abundancia y frecuencia de cada especie. Se consideraron todos los artrópodos colectados y separadamente por fecha de colecta en estas especies. Los resultados fueron analizados con el programa ANAFAU, desarrollado por la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) (Lofego y Moraes, 2006; Cruz et al. 2012).

La diversidad se determinó por el índice Shannon-Weaver y la uniformidad por el método de Kato, que considera la abundancia y frecuencia de las especies recolectadas (Laroca y Mielke, 1975 citado por Lofego y Moraes, 2006). La abundancia se determinó por la suma total de los individuos de cada especie. Se empleó una medida de dispersión (Silveira Neto et al. 1976) a través del cálculo del desvío estándar y el intervalo de confianza (IC) de la media aritmética para 1 y 5% de probabilidad. La frecuencia se determinó estableciéndose la clase de frecuencia de acuerdo con cada intervalo de confianza de la media aritmética al 5% de probabilidad (Lofego y Moraes, 2006).

## RESULTADOS

En esta investigación, bajo las condiciones ambientales del Valle del Río Portoviejo, fueron reportadas en el cultivo de algodón, 21 especies de artrópodos, agrupados en 21 familias y nueve órdenes. Se determinó como los más numerosos, a los órdenes Hemiptera, seguido de Coleoptera, con siete y cuatro especies, respectivamente. Del total de especies, 14 son del grupo funcional de artrópodos herbívoros (plagas potenciales) y siete especies del grupo funcional de artrópodos benéficos. Tanto la variedad introducida (BRS-336), como la variedad adaptada (DP Acala-90), coincidieron en la diversidad de las 21 especies identificadas (**Tabla 6**).

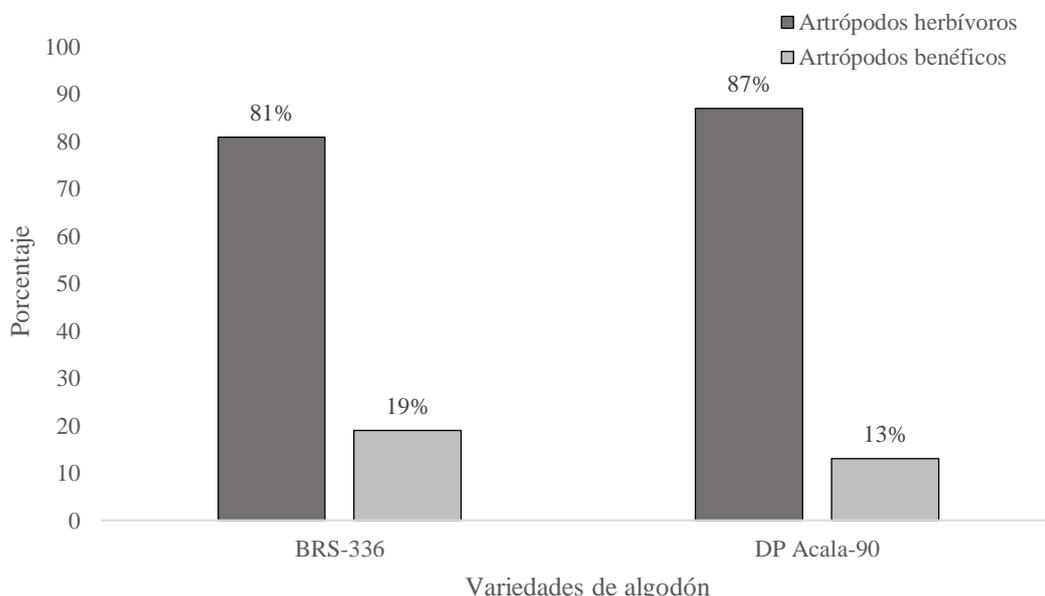
**Tabla 6.** Especies identificadas de los grupos funcionales de artrópodos herbívoros (plaga) y benéficos asociados a dos materiales comerciales de algodón (BRS-336 y DP-Acala 90). Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019-2020.

No	Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia
<b>Artrópodos herbívoros</b>				
1	Gusano de la hoja	<i>Alabama argillacea</i> Hubner 1818	Lepidoptera	Noctuidae
2	Picudo peruano del algodónero	<i>Anthonomus vestitus</i> Boheman	Coleoptera	Curculionidae
3	Pulgón	<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	Hemiptera	Aphididae
4	Hormiga	<i>Atta</i> spp.	Hymenopter a	Formicidae
5	Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius, 1889	Hemiptera	Aleyrodidae
6	Minador de la hoja	<i>Bucculatrix thurberiella</i> Busck 1914	Lepidoptera	Bucculatricida e

7	Escarabajo defoliador	<i>Diabrotica</i> spp.	Coleoptera	Chrysomelida e
8	Chinche manchador de la fibra	<i>Dysdercus</i> spp.	Hemiptera	Pyrrhocoridae
9	Pulga saltona	<i>Epitrix</i> sp.	Coleoptera	Chrysomelida e
10	Trips	<i>Frankliniella</i> sp.	Thysanoptera	Thripidae
11	Chinche de encaje	<i>Gargaphia</i> sp.	Hemiptera	Tingidae
12	Gusano rosado	<i>Pectinophora gossypiella</i> Saunders 1844	Lepidoptera	Gelechiidae
13	Chicharrita	<i>Sibovia</i> spp.	Hemiptera	Cicadellidae
14	Arañita roja	<i>Tetranychus urticae</i> Koch 1836	Acari	Tetranychidae
<b>Artrópodos benéficos</b>				
15	León de los áfidos	<i>Chrysoperla</i> spp.	Neuroptera	Chrysopidae
16	Mariquitas	<i>Cycloneda sanguinea</i> Linnaeus 1763	Coleoptera	Coccinellidae
17	Mosca verde	<i>Condylostylus</i> sp.	Diptera	Dolichopodidae
18	Trips depredador	<i>Franklinothrips</i> spp.	Thysanoptera	Aeolothripidae
19	Chinche depredador	<i>Orius insidiosus</i> Say 1832	Hemiptera	Anthocoridae
20	Arañas	Varias especies	Araneae	Salticidae
21	Chinche asesina	<i>Zelus</i> spp.	Hemiptera	Reduviidae

Durante este año de investigación fueron contabilizados un total de 25226 especímenes de artrópodos asociados al cultivo de algodón; de estos, el 84,91% corresponden a artrópodos herbívoros (plaga) y 15,09% eran artrópodos benéficos. Del total colectado, se determinó una mayor población acumulada en la variedad DP Acala-90 (15810 especímenes), mientras que la variedad introducida registró una menor población acumulada (9416 especímenes).

Cuando observamos la abundancia en función de la variedad de algodón, se aprecia que, del total de especímenes registrados, el material introducido de Brasil BRS-336, reportó

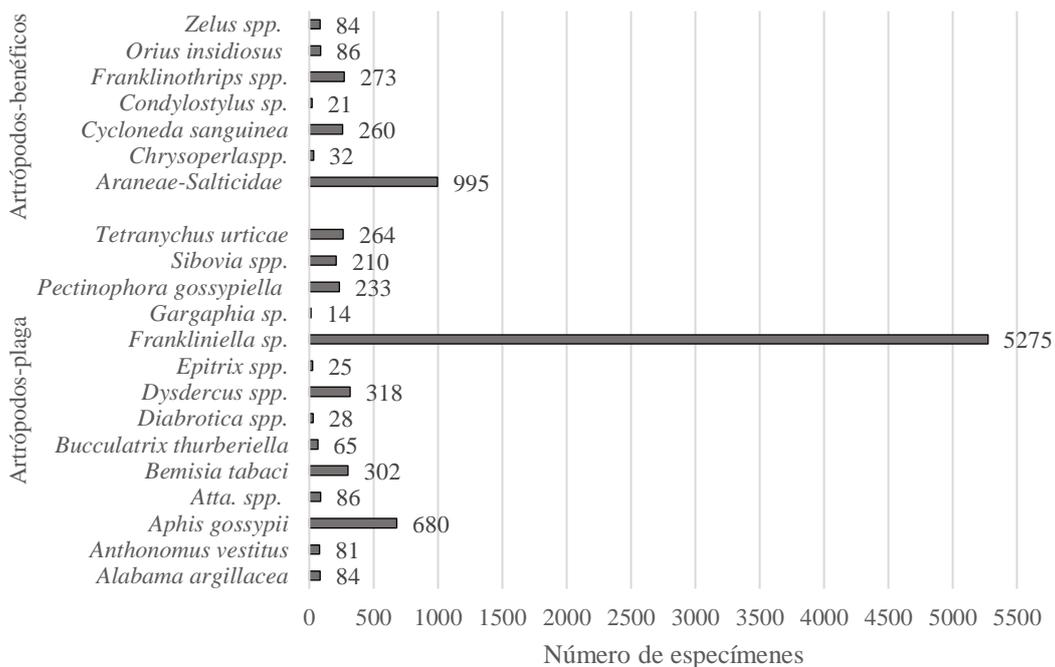


un menor porcentaje de abundancia de artrópodos-plaga con relación a la variedad adaptada DP Acala-90. Mientras que la relación porcentual de artrópodos benéficos fue mayor en la variedad BRS-336 en comparación con DP Acala-90 (**Figura 10**).

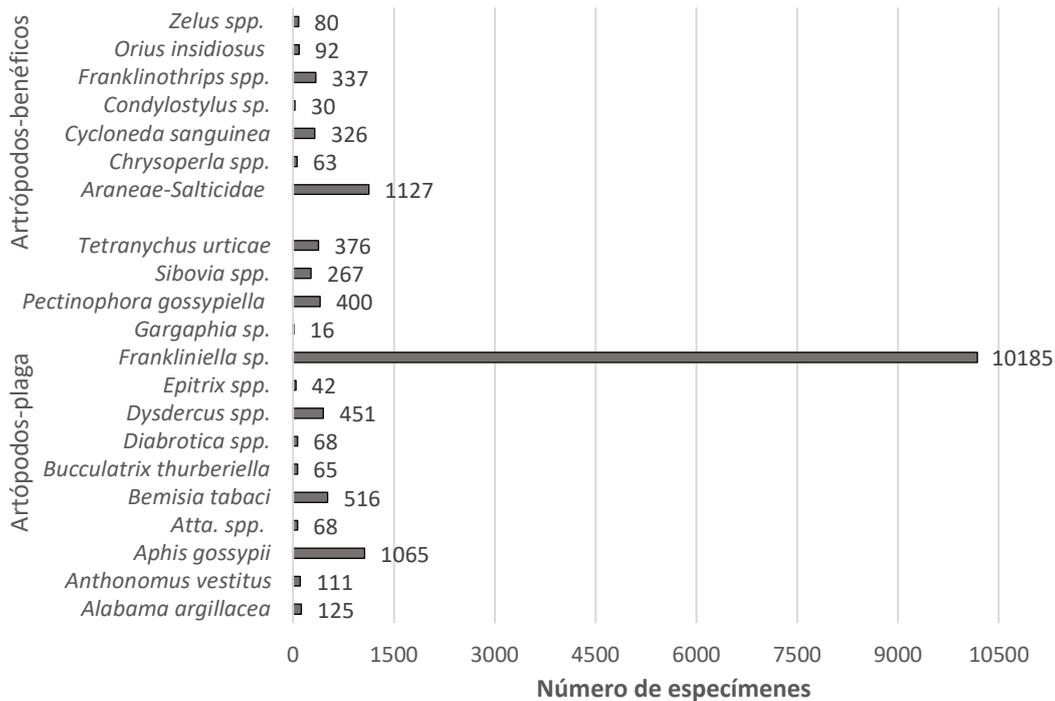
**Figura 10.** Distribución porcentual de la abundancia de grupos funcionales de artrópodos herbívoros (plaga) y benéficos asociados a dos materiales comerciales de algodón (BRS-336 y DP-Acala 90). Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019-2020.

Cuando se analizó la abundancia de los grupos funcionales de artrópodos herbívoros y benéficos, asociados en función de las variedades de algodón en estudio, se estableció que, para el caso de artrópodos herbívoros, tanto en la variedad BRS-336 (**Figura 11**) como DP Acala-90 (**Figura 12**), fueron las especies *Frankliniella* sp., *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci* y *Dysdercus* spp. aquellas que sobresalieron por su mayor abundancia. Seguidos de un grupo de abundancia intermedia, formado por las especies *Tetranychus urticae*, *Sibovia* spp. y *Pectinophora gossypiella*. Las restantes siete especies de herbívoros se presentaron con baja abundancia ambas variedades.

Con relación al grupo funcional de artrópodos benéficos, se destacaron por su mayor abundancia las especies de arañas (Araneae: Salticidae), *Franklinothrips* spp. y *Cycloneda sanguinea* en las dos variedades de algodón BRS-336 (**Figura 11**) y DP Acala-90 (**Figura 12**). Las restantes cuatro especies de artrópodos benéficos se presentaron con baja abundancia en las dos variedades.



**Figura 11.** Riqueza y abundancia de grupos funcionales de artrópodos plaga y benéficos asociados a la variedad de algodón BRS-336. Teodomira, Lodana-Santa Ana-



Manabí 2019-2020.

**Figura 12.** Riqueza y abundancia de grupos funcionales de artrópodos plaga y benéficos asociados a la variedad de algodón DP-Acala 90. Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019-2020.

Cuando realizamos el análisis faunístico con la información obtenida de la evaluación directa de los grupos funcionales de artrópodos-herbívoros (plaga) y benéficos asociados a dos variedades de algodón, se observó que de los artrópodos herbívoros, fue la especie *Frankliniella* sp. (Thysanoptera: Tripidae), la única que se presentó como súper dominante (SD), súper abundante (sa) y súper frecuente (SF), tanto en la variedad BRS-336, como DP Acala-90, reportándose en ambos materiales en 28 de las 29 fechas de evaluación. Le sigue la especie *Aphis gossypii*, que se presentó como dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en ambos materiales y *Dysdercus* spp., que fue dominante (D), abundante (a) y muy frecuente (MF), también en los dos materiales de algodón. La mosca blanca *Bemisia tabaci* marcó una diferencia al presentarse como dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en la variedad DP Acala-90, mientras que en la variedad introducida BRS-336 apenas fue dominante (D), común (c) y frecuente (F). En contraste, las especies de herbívoros *Alabama argillacea*, *Anthonomus vestitus*, *Atta* spp., *Bucculatrix thurberiella*, *Diabrotica* spp., *Epitrix* sp. y *Gargaphia* sp., se presentaron como no dominante (ND), en las dos variedades evaluadas (Tabla 7).

**Tabla 7.** Número de individuos y reportes de grupos funcionales de artrópodos asociados a dos materiales comerciales de algodón (BRS-336 y DP-Acala 90), con sus

niveles de dominancia, abundancia y frecuencia. Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019-2020.

Morfo-especie	Especie	Variedad de algodón									
		BRS-336					DP Acala-90				
		N <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	A <sup>4</sup>	F <sup>5</sup>	N <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	A <sup>4</sup>	F <sup>5</sup>
<b>Artrópodos herbívoros</b>											
1	<i>Alabama argillacea</i>	84	13	ND	D	PF	125	15	ND	d	PF
2	<i>Anthonomus vestitus</i>	81	9	ND	D	PF	111	12	ND	d	PF
3	<i>Aphis gossypii</i>	680	22	D	Ma	MF	1065	25	D	ma	MF
4	<i>Atta</i> spp.	86	20	ND	D	PF	68	19	ND	r	PF
5	<i>Bemisia tabaci</i>	302	24	D	C	F	516	26	D	ma	MF
6	<i>Bucculatrix thurberiella</i>	65	14	ND	R	PF	65	13	ND	r	PF
7	<i>Diabrotica</i> spp.	28	12	ND	R	PF	68	16	ND	r	PF
8	<i>Dysdercus</i> spp.	318	13	D	A	MF	451	13	D	a	MF
9	<i>Epitrix</i> sp.	25	7	ND	R	PF	42	11	ND	r	PF
10	<i>Frankliniella</i> sp.	5275	28	SD	Sa	SF	10185	28	SD	sa	SF
11	<i>Gargaphia</i> sp.	14	5	ND	R	PF	16	5	ND	r	PF
12	<i>Pectinophora gossypiella</i>	233	11	D	C	F	400	10	D	c	F
13	<i>Sibovia</i> spp.	210	14	D	C	F	267	18	ND	c	F
14	<i>Tetranychus urticae</i>	264	10	D	C	F	376	16	D	c	F
<b>Artrópodos benéficos</b>											
15	<i>Chrysoperla</i> spp.	32	9	ND	R	PF	63	13	ND	r	PF
16	<i>Cycloneda sanguinea</i>	260	22	D	C	F	326	24	D	c	F
17	<i>Condylostylus</i> sp.	21	9	ND	R	PF	30	7	ND	r	PF
18	<i>Franklinothrips</i> spp.	273	21	D	C	F	337	22	D	c	F
19	<i>Orius insidiosus</i>	86	18	ND	D	PF	92	18	ND	r	PF
20	Araneae: Salticidae	995	29	D	Ma	MF	1127	29	D	ma	MF
21	<i>Zelus</i> spp.	84	19	ND	D	PF	80	18	ND	r	PF
Σ		<b>9416</b>					<b>15810</b>				

<sup>1</sup>Número de especímenes; <sup>2</sup>Reportes de ocurrencia; <sup>3</sup>Dominancia (método 2.

Sakagami y Larroca): SD = súper dominante, D = dominante, ND = no dominante;

<sup>4</sup>Abundancia: sa = súper abundante, ma = muy abundante, a = abundante, c = común,

d = dispersa, r = rara; <sup>5</sup>Frecuencia: SF = súper frecuente, MF = muy frecuente, F = frecuente, PF = poco frecuente. - Especie no presente.

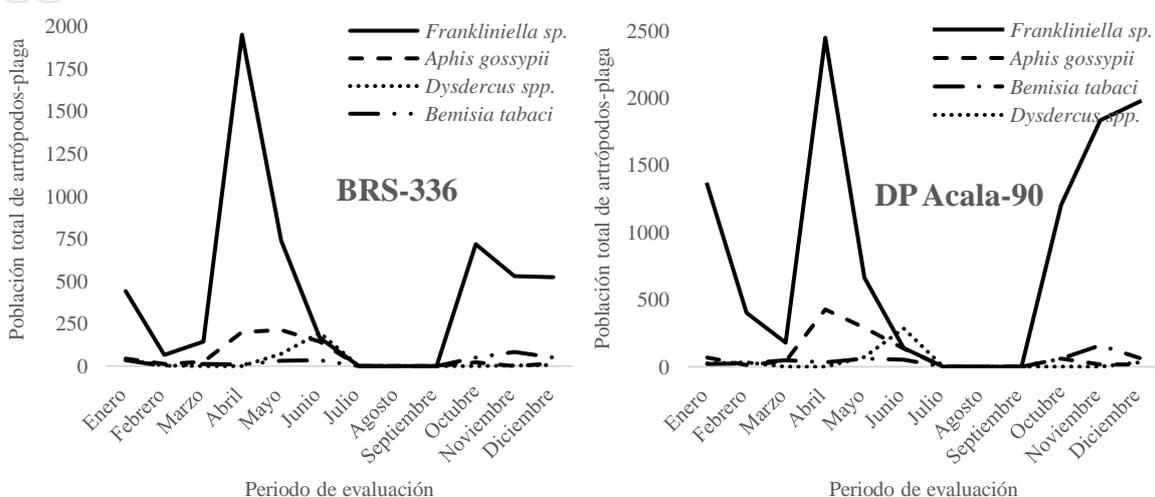
Con relación al análisis faunístico realizado al grupo funcional de artrópodos benéficos (enemigos naturales), se observó que ninguno de las siete especies se mostró como superdominante (SD). No obstante, fueron las especies de arañas (Araneae: Salticidae), las que se presentaron como el único grupo dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en las dos variedades de algodón, además de ser el único grupo de artrópodos que se reportó en todas las 29 evaluación realizadas. Le siguen las especies *Franklinothrips* spp. y *Cycloneda sanguinea* al presentarse ambas como dominante (D), común (c) y frecuente (F) en las dos variedades. Las restantes especies no fueron dominantes (ND) (Tabla 7).

No obstante, las dos variedades de algodón en estudio, reportaron el mismo número de especies de artrópodos (21), fue la variedad BRS-336, la que alcanzó el mejor índice de diversidad de Shannon-Weaner e índice de equitabilidad en las condiciones del valle del Río Portoviejo, en comparación con la variedad DP Acala-90 (**Tabla 8**).

**Tabla 8.** Número de morfo-especies de artrópodos, índices de Shannon-Weaner para diversidad y equitabilidad de grupos funcionales de artrópodos asociados a dos materiales de algodón (BRS-336 y DP-Acala 90). Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019-2020.

Variedad	No de morfo especies	Diversidad (H)	Varianza	Intervalos de confianza (IC)		Índice de Uniformidad (E)
				Min.	Max.	
BRS-336	21	1,7759	0,0002	1,775560	1,776189	0,5833
DP Acala-90	21	1,5352	0,0002	1,535047	1,535443	0,5043

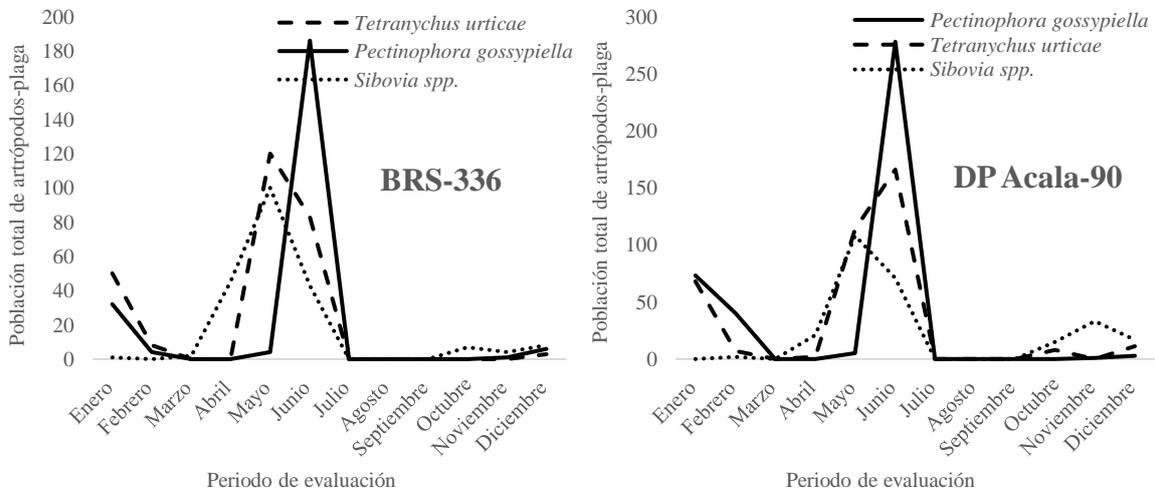
El análisis de la dinámica temporal de las cuatro especies de herbívoros de mayor abundancia, estudiada en dos variedades de algodón, cultivados en las condiciones del valle del Río Portoviejo, permitió establecer que indistinto de la variedad, estas plagas presentaron una fluctuación similar en el desarrollo de sus poblaciones en el tiempo, concentrándose preferentemente en el periodo lluvioso del año (enero-junio), salvo *Frankliniella* sp. que alcanzó altas poblaciones también durante el periodo seco, siendo la especie más abundante en las dos variedades. También se determinó que, en ambas variedades, la especie de *Frankliniella* sp., presentó dos picos poblacionales, los meses de abril y un segundo entre los meses de octubre y diciembre, seguido de la especie *Aphis gossypii* que también tuvo su pico poblacional en abril (**Figura 13**).



**Figura 13.** Dinámica temporal de artrópodos-plaga de mayor abundancia en dos variedades de algodón (BRS-336 y DP Acala-90). Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019-2020.

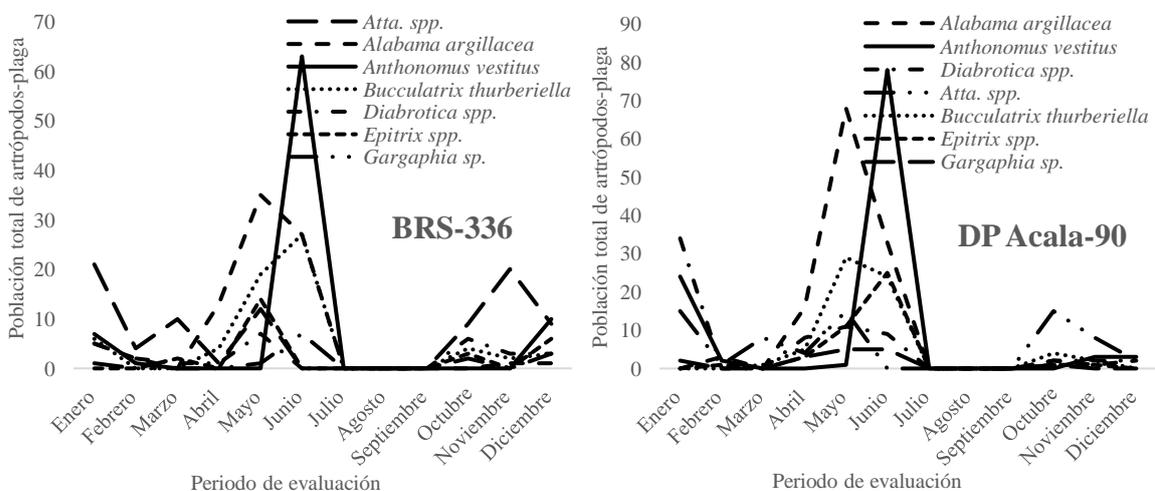
Con relación a la dinámica temporal de las tres especies de herbívoros que, se presentaron con una abundancia intermedia en las dos variedades en estudio, se observó

que, estas ocurrieron también con una tendencia muy similar en el tiempo, concentrando sus poblaciones preferentemente en el final del periodo lluvioso, donde destacó la especie *Pectinophora gossypiella* por su mayor abundancia en las dos variedades (BRS-336 y DP Acala-90), coincidiendo su pico en el mes de junio. Le sigue la especie de ácaro *Tetranychus urticae* que reportó su pico poblacional en mayo en la variedad BRS-336 y en junio en la DP Acala-90 (**Figura 14**).



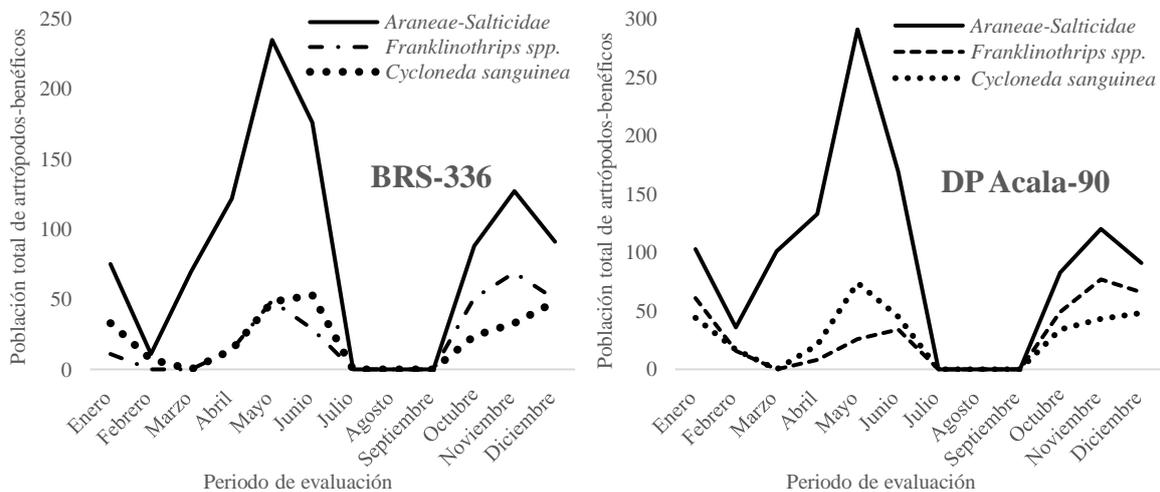
**Figura 14.** Dinámica temporal de artrópodos-plaga de abundancia intermedia en dos variedades de algodón (BRS-336 y DP Acala-90). Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019-2020.

Un comportamiento similar a lo descrito anteriormente, tuvo las restantes siete especies de artrópodos herbívoros de menor abundancia, que concentraron sus poblaciones preferentemente, al final del periodo lluvioso. Entre estas, se destacó la especie *Anthonomus vestitus*, que tuvo su pico poblacional en el mes de junio en ambas variedades. Le siguió la especie *Alabama argillacea* cuyo pico de población se observó en mayo (**Figura 15**).



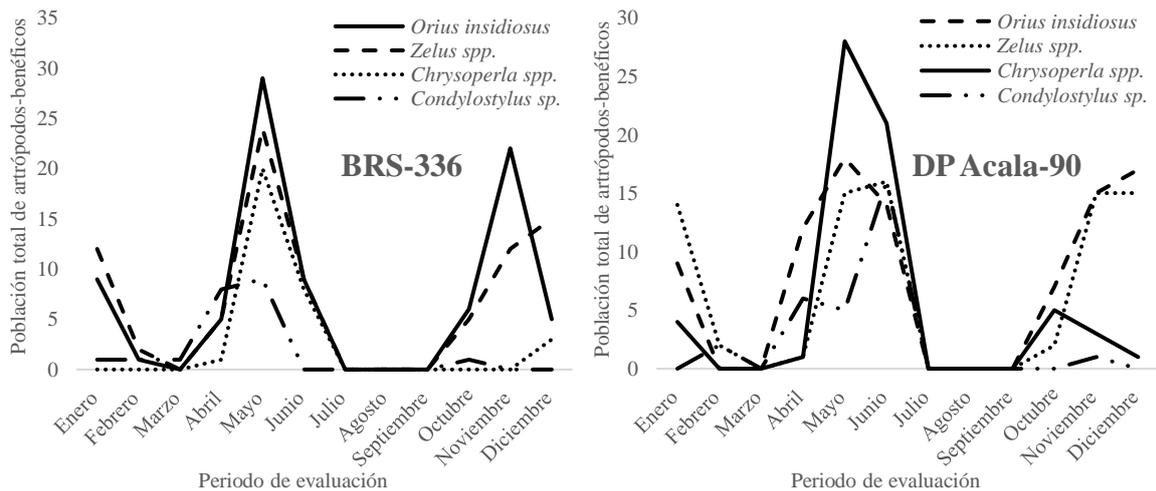
**Figura 15.** Dinámica temporal de artrópodos-plaga de menor abundancia en dos variedades de algodón (BRS-336 y DP Acala-90). Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019-2020.

Cuando se analizó la dinámica temporal de las tres especies del grupo funcional de artrópodos benéficos con mayor abundancia en este año de estudio, se determinó que estas presentaron una tendencia de su dinámica muy similar a lo largo del tiempo, tanto en la variedad BRS-336, como DP Acala-90. Se destacaron las especies de arañas (Araneae: Salticidae), por las mayores poblaciones, alcanzando dos picos poblacionales bien definidos en los meses de mayo y noviembre, lo cual fue coincidente en ambos materiales (**Figura 16**)



**Figura 16.** Dinámica temporal de artrópodos-benéficos de mayor ocurrencia en dos variedades de algodón (BRS-336 y DP Acala-90). Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019-2020.

La dinámica temporal de las otras cuatro especies de artrópodos benéficos evaluados en esta investigación, también tuvieron una fluctuación muy similar a lo largo del periodo de evaluación, presentando poblaciones cercanas entre ellas y dos picos poblacionales definidos en los meses de mayo y noviembre. No obstante, se observó que en la variedad BRS-336 destacó por sus mayores poblaciones, la especie *Orius insidiosus*, mientras que en la variedad DP Acala-90 fue la especie *Chrysoperla* sp. quien sobresalió (**Figura 17**).



**Figura 17.** Dinámica temporal de artrópodos-benéficos de baja ocurrencia en dos variedades de algodón (BRS-336 y DP Acala-90). Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019-2020.

## CONCLUSIONES

No hubo diferencias en la diversidad de los grupos funcionales de artrópodos herbívoros y benéficos entre las variedades BRS-336 y DP Acala-90, presentando ambas las mismas 21 especies.

No obstante, la variedad introducida BRS-336 tuvo una relación porcentual menor de artrópodos herbívoros (plaga) y una mayor proporción de artrópodos benéficos, en comparación con la variedad DP Acala-90.

Las especies herbívoras *Frankliniella* sp., *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci* y *Dysdercus* spp. fueron las más abundantes en las dos variedades de algodón, mientras que las especies benéficas como las arañas (Araneae: Salticidae), *Franklinothrips* spp. y *Cycloneda sanguinea* fueron las más sobresalientes en su abundancia.

Las poblaciones de artrópodos herbívoros y benéficos asociados al cultivo de algodón presentan una temporalidad, siendo más abundantes en la etapa final del periodo lluvioso (mayo-junio) y en los meses previo al periodo lluvioso (noviembre-diciembre).

### Actividad 2. Plan de regeneración de accesiones del género *Gossypium* spp. conservado en el banco de germoplasma del INIAP y nuevas recolecta en Ecuador

#### Subactividad 2.1. Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador

##### Responsable

Dr. Ernesto Cañarte Bermúdez (Responsable del DNPV-Entomología/Tutor de tesis de Maestría).

Ing. Marjorie Marianela Asanza Castillo (Estudiante de Maestría en Agronomía, mención Producción Agrícola Sostenible de la Universidad Técnica de Manabí).

Ing. Geover Rolando Peña Monserrate (Responsable del Programa de Café y Cacao/Recursos Fitogenéticos)

**Colaboradores:** Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología)

Ing. Marjorie Asanza (estudiante de Maestría-UTM)

Dr. Fernando Sánchez (co-tutor de tesis de maestría UTM)

Ing. Geover Peña (Recursos Fitogenéticos)

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico FAO-INIAP)

Dr. César Tápia (DENAREF-EESC)

Dr. Álvaro Monteros (DENAREF-EESC)

Ing. Wimper Rodríguez (FAO-Pedro Cabo).

**Otros colaboradores**

M.Sc. David Suarez (FAO-Coordinador Nacional del proyecto +Algodón)

**ANTECEDENTES**

El algodón del género *Gossypium* spp., es un cultivo de relevancia cultural, económica y biológica (Ulloa *et al.*, 2006). Considerada la fibra natural más popular en el mundo, por su amplio uso en la fabricación de tejidos y prendas de vestir. Es también una fuente importante de alimento, debido al aceite que se extrae de su semilla y harina como fuente de proteína para animales (Brubaker *et al.*, 1999). Se lo siembra en más de 100 países, con aproximadamente 31,3 millones de hectáreas en 2017, destacándose por su superficie India, China, Estados Unidos, Pakistán y Brasil, que aportan con el 80% de la producción (Martínez y Hernández, 2016; ICAC, 2017; FAO, 2018a), mientras que Australia y Egipto generan el algodón de mejor calidad (FIRA, 2017).

En Ecuador el cultivo de algodón tuvo una gran intervención en el sector agrícola, entre las décadas 70s y 90s. Actualmente, las zonas cultivadas corresponden a Manabí y Guayas con el 80 y 20% de la superficie, respectivamente (Rodríguez, 2014). Eventos económicos o climatológicos, como el fenómeno El “Niño”, entre otros, llevaron a la casi desaparición del cultivo (FAO, 2018b), pasando de 36000 ha en 1974 a 1800 ha en 2016, con una producción aproximada de 2000 TM de fibra, de las 20000 TM demandadas por la industria nacional, déficit que se cubre con la importación de fibra de algodón (FAO y Cooperación Internacional Brasil, 2017), desde USA y Asia.

Se ha señalado a México como el centro de origen y diversidad del género *Gossypium* con 11 de las 13 especies diploides, que constituyen un acervo genético útil en el aprovechamiento y mejoramiento de este género (Ulloa *et al.*, 2006; Feng *et al.*, 2011; Ulloa *et al.*, 2013; Pérez *et al.*, 2016). De las especies tetraploides *Gossypium hirsutum* y *Gossypium barbadense* son las más cultivada y representan el 98% de la producción mundial, debido a las buenas características de la fibra que produce (Poelham y Sleper, 2003; Silva, 2005; Tovar *et al.* (2013). Con relación a las especies diploides, únicamente *Gossypium herbaceum* y *Gossypium arboreum* han sido cultivadas comercialmente y son importante en áreas restringidas de la India, Asia y África.

El mejoramiento genético ha permitido que el hábito de crecimiento de plantas nativas de algodón, con crecimiento indeterminado y perennes, se desarrollen en plantas comerciales, al convertirlas en anuales con crecimiento determinado, que producen en menor tiempo que las nativas (Cadena, 2000). Las colectas de varios algodones semi domesticados y silvestres de *G. hirsutum*, han sido la base para la formación de algunas



variedades como Acala, Deltapine, Coker (Ulloa *et al.*, 2006; Tovar *et al.*, 2013). En todo caso, la conservación del germoplasma por sí mismo no es de utilidad, sino se realiza una caracterización y evaluación del recurso fitogenético (Royo *et al.*, 2013).

La caracterización de los recursos fitogenéticos de un país, es una herramienta útil para su conservación y aprovechamiento en el mejoramiento genético vegetal. El estudio de estas accesiones consisten en describir las características cualitativas y cuantitativas para discriminar variabilidad genética entre ellas, potencializar su uso, identificar accesiones duplicadas dentro de colecciones, intercambiar datos y promover su utilización en programas de mejoramiento (Rojas *et al.*, 2014), conociendo además aspectos agronómicos y fitosanitarios (Cardozier, 1962; Sánchez, 1982; Matarita, 1989; Fernández *et al.*, 2003; Fernández y Rodríguez, 2007; Mostacero *et al.*, 2009; Ministerio del Ambiente de Perú, 2012; Robles, 2012; Ñañez, 2012; Reyes, 2014; Zavaleta *et al.*, 2018).

En este contexto, en el marco del proyecto GCP/RLA/199/BRA "Fortalecimiento del Sector Algodonero por medio de la Cooperación Sur-Sur", firmado entre el gobierno brasileño, el gobierno ecuatoriano y la FAO, en 2017, se ejecuta el proyecto país "Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar" y dentro de este, una de las principales actividad que se encuentra desarrollando el INIAP, es un "Plan de regeneración de accesiones del género *Gossypium* spp. conservado en el banco de germoplasma del INIAP y nuevas recolectas en Ecuador", cuyo objetivo fundamental es incrementar la colección nacional de algodón, con miras a implementar futuramente un programa de mejoramiento (INIAP, 2018).

Esta línea de investigación del INIAP, recobra importancia, ya que cuando se analiza la problemática de la actividad algodонера en el país, se destaca como principal limitante de la producción, la falta de variedades de alto rendimiento, adaptada a las condiciones ambientales del país, además de un manejo inadecuado del cultivo y otros factores como clima, agua, suelo, poblaciones, problemas fitosanitarios (Agrobio, 2017) y finalmente los bajos precios internacionales (MAG, 2018), situación que es recurrente en otros países (Silva, 2005). Con estos antecedentes, surge la necesidad de esta investigación, que plantea iniciar con la evaluación y caracterización morfo agronómica de la colección de algodón, conservado en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, compuesto hasta ahora por 36 accesiones de *Gossypium* spp. colectadas en la provincia de Manabí y Guayas. Es importante esclarecer que la actividad de colecta y caracterización será continua a través de los años que dure el proyecto.

### **Objetivo general:**

Determinar la diversidad genética de la colección de algodón *Gossypium* spp. colectada en las provincias de Guayas y Manabí, mediante la aplicación de descriptores morfo-agronómicos.

### **Objetivos específicos:**

1. Caracterizar morfo agronómicamente 36 accesiones de la colección de algodón *Gossypium* spp., conservadas en la Estación Experimental de Portoviejo del INIAP.

2. Determinar las características cualitativas y cuantitativas más discriminantes entre las 36 accesiones de la colección de algodón *Gossypium* spp.
3. Establecer grupos genéticos de las accesiones de la colección de algodón *Gossypium* spp.
4. Enriquecer los descriptores de algodón en función de la variabilidad genética del banco de germoplasma de *Gossypium* spp.

## METODOLOGÍA

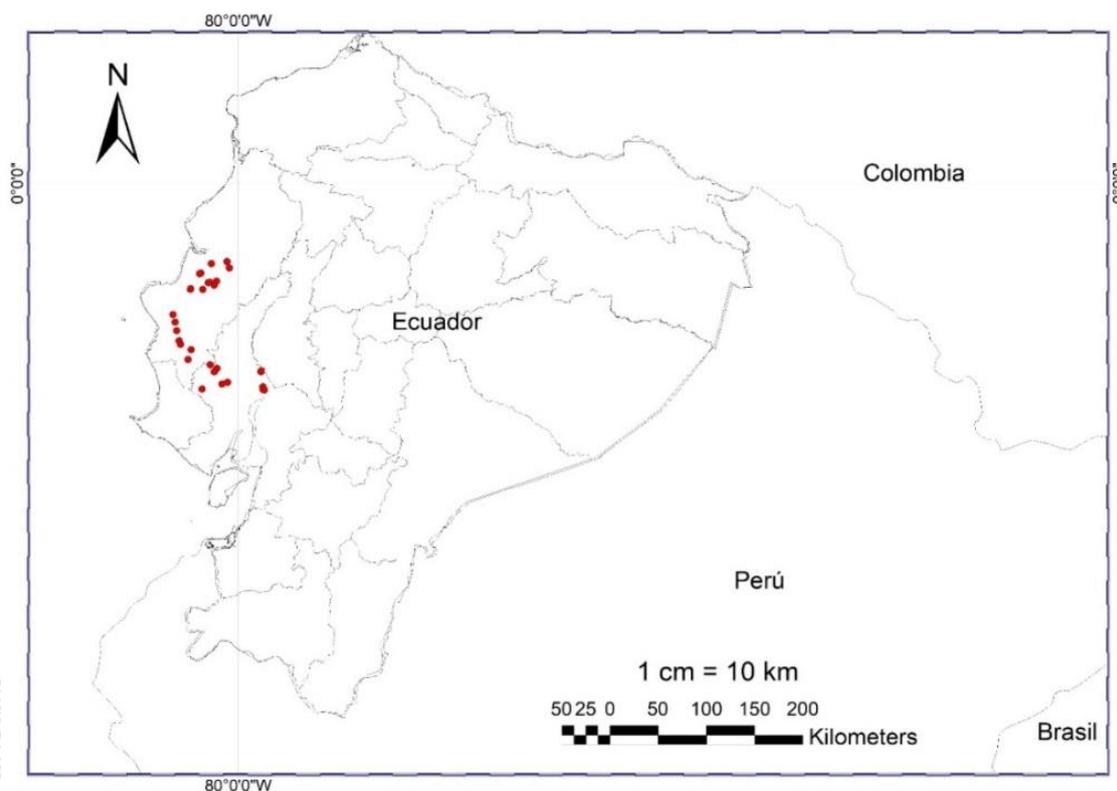
El protocolo “Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador”, fue elaborado por el personal del DNPV-Entomología de la Estación Experimental Portoviejo en apoyo con la estudiante de maestría Marjorie Marianela Asanza Castillo (Estudiante de Maestría en Agronomía, mención Producción Agrícola Sostenible de la Universidad Técnica de Manabí), aprobado por el Comité Técnico de la Estación, mediante Acta de Revisión del Comité Técnico N°015 y Acta de Aprobación N°17 de fecha 15 de octubre de 2019.

### Ubicación

El presente estudio se lo realizó a partir del 2019, en la colección de algodón *Gossypium* spp., que se encuentra establecida en el Lote “Teodomira” de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana-Manabí, en las coordenadas 01°09'51" S y 80°23'24" O, a una altitud de 60 msnm. Con las siguientes características edafoclimáticas (temperatura 26,4 °C, precipitación anual 851,57 mm, humedad relativa 81%, heliofanía 1604 horas solo), con topografía plana y suelo franco arcilloso.

### Material vegetal de estudio

El material genético estuvo constituido por una colección de 36 accesiones de algodón del género *Gossypium*, provenientes de colectas, efectuadas en cantones de la provincia de Manabí y Guayas durante el año 2018 (**Figura 18**). Estas fueron establecidas en dos momentos de siembra. Las accesiones del 1 al 18 fueron sembradas el 10 de octubre del 2018, mientras que las accesiones 19 al 36, el 14 de enero del 2019 (**Tabla 9**).



**Figura 18.** Georreferenciación de los 36 sitios de colecta de materiales de algodón del género *Gossypium* en las provincias de Manabí y Guayas. 2018-2020.

**Tabla 9.** Acciones de la colección de algodón del género *Gossypium*. Colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo-INIAP. 2018-2020.

Nro.	Código de la accesión	Procedencia		Nro.	Código de la accesión	Procedencia	
		Provincia	Cantón			Provincia	Cantón
1	ECGPRSMV 001	Manabí	Tosagua	19	ECGPMV 020	Manabí	Jipijapa
2	ECGPRSMV 002	Manabí	Tosagua	20	ECGPMV 021	Manabí	Jipijapa
3	ECGPRSMV 003	Manabí	Tosagua	21	ECGPMV 022	Manabí	Jipijapa
4	ECGPRSMV 004	Manabí	Tosagua	22	ECGPMV 023	Manabí	Jipijapa
5	ECGPRSMV 005	Manabí	Portoviejo	23	ECGPMV 024	Guayas	Salitre

6	ECGPRSMV 006	Manabí	Portoviejo	24	ECGPMV 025	Guayas	Salitre
7	ECGPRSMV 007	Manabí	Portoviejo	25	ECGPMV 026	Guayas	Samborondón
8	ECGPRSMV 008	Manabí	Portoviejo	26	ECGPMV 027	Guayas	Samborondón
9	ECGPRSMV 009	Manabí	Santa Ana	27	ECGPMV 028	Guayas	Samborondón
10	ECGPRSMV 010	Manabí	Santa Ana	28	ECGPMV 029	Guayas	Samborondón
11	ECGPRSMV 011	Manabí	Junín	29	ECGPRSWR 030	Guayas	Pedro Carbo
12	ECGPRSMV 012	Manabí	Junín	30	ECGPRSWR 031	Guayas	Pedro Carbo
13	ECGPRSMV 013	Manabí	Junín	31	ECGPRSWR 032	Guayas	Pedro Carbo
14	ECGPRSMV 014	Manabí	Portoviejo	32	ECGPRSWR 033	Guayas	Pedro Carbo
15	ECGPRSMV 015	Manabí	Portoviejo	33	ECGPRSWR 034	Guayas	Loma de Sargentillo
16	ECGPRSMV 016	Manabí	Junín	34	ECGPRSWR 035	Guayas	Isidro Ayora
17	ECGPRSMV 017	Manabí	Chone	35	ECGPRSWR 036	Manabí	Paján
18	ECGPRSMV 018	Manabí	Chone	36	ECGPRSWR 037	Manabí	Paján

### Caracterización de las accesiones

Para caracterizar morfo-agronómicamente las accesiones de algodón, se utilizaron los descriptores morfológicos desarrollados para el género *Gossypium* (**Anexo 1**), propuestos por el IBPGR (1988) y UPOV (2001), seleccionando 49 descriptores. De estos, 20 eran de tipo cuantitativo y 29 de tipo cualitativo (**Tabla 10**). Esta caracterización a la colección, se efectuó en sus distintos caracteres y estados. Se agruparon según fuesen continuos (cuantitativos) o discontinuos (cualitativos). Cada carácter puede manifestarse en un estado concreto de dos o más estados posibles para el mismo carácter: planta, ramas fructíferas, tallo, hojas, flores, brácteas, cápsulas, fibra, de las 36 accesiones de germoplasma de *Gossypium* spp.

Estos datos se registraron de manera periódica con visitas al campo, donde se evaluaron 10 plantas en cada accesión, las cuales fueron previamente marcadas en forma aleatorizada. Para los descriptores de longitud, se utilizaron reglas calibradas en metros, centímetros, milímetros, según corresponda, para determinar diámetros y espesores de ancho de las cápsulas, se utilizó el calibrador digital vernier. Los pesos de las semillas se registraron en una balanza de precisión calibrada en gramos.

**Tabla 10.** Descriptores cualitativos y cuantitativos evaluados en la caracterización morfoagronómica de 36 accesiones de algodón colectadas en Manabí y Guayas. EEP-INIAP. 2018-2020.

Nro.	Cualitativos	Nro.	Cuantitativos
1	D1. Hábito de crecimiento	1	D3. Altura de planta
2	D2. Forma de la planta	2	D4. Diámetro de planta
3	D5. Color del tallo	3	D8. Número de nudos del tallo hasta la rama fructífera inferior (en floración)
4	D6. Vellosoidad del tallo	4	D9. Longitud de rama fructífera (cm)
5	D7. Densidad del Follaje	5	D10. Número de nudos de rama fructífera
6	D12. Forma de la hoja	6	D11. Longitud promedio del entrenudo (m)
7	D13. Intensidad del color verde de la hoja	7	D14. Número de lóbulos de la hoja madura formada
8	D17. Tamaño de la hoja	8	D15. Longitud de la hoja madura (cm)
9	D18. Pubescencia en el envés de la hoja	9	D16. Largo del peciolo de la hoja madura (cm)
10	D19. Tipo de floración	10	D27. Largo de la cápsula (cm)
11	D20. Color del pétalo	11	D28. Ancho de la cápsula (cm)
12	D21. Intensidad del color de la mancha de los pétalos	12	D29. Relación largo/ancho de la cápsula
13	D22. Posición del estigma en relación a las anteras	13	D31. Longitud del pedúnculo de la cápsula
14	D23. Color del polen	14	D33. Número de locus por cápsula
15	D24. Dentado de las brácteas	15	D41. Peso mota con semilla (gr)
16	D25. Tamaño de las brácteas	16	D42. Número de semillas por mota
17	D26. Forma longitudinal de las cápsulas	17	D43. Largo de la semilla (mm)
18	D30. Punteado de la superficie de la cápsula	18	D44. Diámetro de la semilla (mm)
19	D32. Prominencia de la punta de la capsula	19	D46. Peso de 100 semillas (gr)
20	D34. Época de apertura	20	D48. Largo de la fibra desde donde nace la fibra en la semilla (mm)
21	D35. Grado de apertura (madurez completa)		
22	D36. Presencia de la borra en la semilla		
23	D37. Densidad de la borra en la semilla		
24	D38. Color de la borra		
25	D39. Contenido de fibra en la capsula		
26	D40. Color de la fibra		
27	D45. Tamaño de la semilla		
28	D47. Color de la semilla		
29	D49. Tamaño de la fibra		

### Levantamiento de la información

#### Características cualitativas

- **Hábito de crecimiento (HCP):** expresado como la observación del ángulo de las ramas del árbol con relación a un eje central hipotético.

- Postrado ( $>135^\circ$ )
- Compacto/intermedio (de 90 hasta  $135^\circ$ )
- Erecto ( $<90^\circ$ ).

- **Forma de la planta (FP):** se refiere al aspecto general de la planta, que debe reflejar la observación de varios árboles, dado por los siguientes estados: cilíndrica, cónica, globosa.
- **Densidad del follaje (DF):**
  - Laxa
  - Media
  - Densa

#### Características cuantitativas

- **Altura de la planta en cm (AP):** se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice de la planta de algodón, utilizando una regla graduada en centímetros.
- **Diámetro de la planta en cm (DP).** se realizó la medición del diámetro del tallo principal a una altura de 20 cm sobre el nivel del suelo, utilizando un calibrador digital vernier.
- **Número de nudos del tallo hasta la rama fructífera inferior (en floración) (NNT):** Se registró desde la base del tallo, el número de nudos hasta llegar a la primera rama fructífera, contabilizando la cantidad de nudos presentes.

#### Caracterización de las ramas fructíferas

##### Características cuantitativas

- **Longitud de rama en cm (LRF).** se midió desde la inserción del tallo hasta el ápice de la rama fructífera, utilizando una regla graduada en centímetros.
- **Número de nudos de la rama (NNR).** Se registró en las mismas ramas de la variable anterior, contabilizando la cantidad de nudos presentes.
- **Longitud promedio del entrenudo en cm (LPE).** esta variable se obtuvo al dividir el promedio obtenido en la variable “longitud de ramas productivas” para el valor obtenido de la variable “número de nudos por rama”.

#### Caracterización del tallo

##### Características cualitativas

- **Color del tallo (CT):** verde claro, verde, verde rojizo.
- **Vellosidad del tallo (VT):** glabra, vellos cortos, vellos largos.

#### Caracterización de la hoja

Para el registro de las características de la hoja, se tomaron 10 muestras foliares de ramas maduras de las plantas de la segunda o tercera posición a partir del ápice, donde con la ayuda de una regla se registraron los siguientes datos:

### Características cualitativas

- **Forma de la hoja**, de acuerdo a la siguiente clasificación: palmada, palmada digitada, digitada, lanceolada.
- **Intensidad de color**: verde claro, verde medio, verde oscuro.
- **Pubescencia en el envés de la hoja**: ausente, moderado, fuerte.
- **Tamaño de la hoja**: pequeña, mediana, grande.

### Características cuantitativas

- **Número de lóbulos de la hoja (NH)**: se contabilizó el número de lóbulos de una hoja de un total de 10 hojas.
- **Longitud de la hoja en cm (LH)**: es la distancia desde el punto de inserción del peciolo en la base del limbo hasta el ápice.
- **Largo del peciolo de la hoja en cm (LP)**: es la distancia desde el inicio del peciolo hasta la base de la hoja.

### Caracterización de la flor

Se tomó una muestra de 10 flores recién abiertas, sin síntomas de enfermedades y luego con la ayuda de una placa milimétrica, un estereoscopio y pinzas de disección, se registraron las siguientes características:

### Características cualitativas

- **Color del pétalo (CP)**: blanco, crema, amarillo, lavanda.
- **Intensidad del tamaño de la mancha de los pétalos (ITP)**: ausente, mancha pequeña, mancha mediana, mancha grande.
- **Posición del estigma en relación a las anteras (PEA)**: debajo, mismo nivel, encima.
- **Color del polen (CP)**: crema, amarillo, amarillo oscuro.

### Caracterización de las brácteas

Se tomó del tamaño de muestra de 10 brácteas, sin síntomas de enfermedades y se registraron las siguientes características:

### Características cualitativas:

- **Dentado de las brácteas (DB):** ligero, mediano, grande.
- **Tamaño de las brácteas (TB):** pequeño, mediano, grande.

### Caracterización de las cápsulas

Se tomó del tamaño de muestra de 10 cápsulas, sin síntomas de enfermedades y se registraron las siguientes características.

#### Características cualitativas:

- **Forma longitudinal (FLC):** redondeada, elíptica, ovalada, cónica.
- **Punteado de la superficie de la cápsula (PSC):** ausente, fina, media, rugosa
- **Prominencia de la punta de la cápsula. (PPC):** débil, media, fuerte, muy fuerte.
- **Época de apertura (cuando el 50% de las plantas tienen al menos una cápsula abierta). (EAC):** muy precoz, precoz, media, tardía, muy tardía.
- **Grado de apertura en madurez completa (GAC).** Débil, media, fuerte.

#### Características cuantitativas:

- **Largo de la cápsula en cm (LC):** se registró la longitud desde la inserción de la bráctea hasta el ápice de la cápsula, utilizando el calibrador vernier.
- **Ancho de la cápsula en cm (AC):** se realizó la medición del diámetro de la parte más ancha de la cápsula, utilizando el calibrador vernier.
- **Relación largo/ancho de la cápsula en cm (RLA):** comprende la relación aritmética del largo y el diámetro de la cápsula.
- **Longitud del pedúnculo de la cápsula en cm (LPC):** se registró la longitud del pedúnculo de la cápsula desde la inserción de la rama hasta la inserción de la cápsula.
- **Número de lóculos (NLC):** se contabilizó el total de lóculos que contiene cada cápsula.

### Caracterización de la semilla

De 10 cápsulas se registraron los siguientes datos, utilizando para esto un calibrador, pinzas y balanza.

#### Características cualitativas

- **Presencia de la borra en la semilla (PBS):** ausencia, presencia.

- **Densidad de la borra (DBS):** desnuda, laxo, medio, denso.
- **Color de la borra en la semilla (CBS):** blanco, gris, verde claro, marrón claro.
- **Color de la semilla (CS):** negra, marrón, marrón verdoso.
- **Tamaño de la semilla (TS):** pequeña, mediana, grande.

#### Características cuantitativas

- **Número de semillas por mota (NSM)**
- **Longitud de la semilla en cm (LS):** se registró la longitud desde la base del ápice de la semilla, utilizando el calibrador vernier.
- **Diámetro de la semilla en cm (DS):** se registró el diámetro más ancho de la semilla, utilizando el calibrador vernier.
- **Peso de 100 semillas en gramos (PS):** se registró el peso de 100 semillas cosechadas de las cápsulas de algodón.

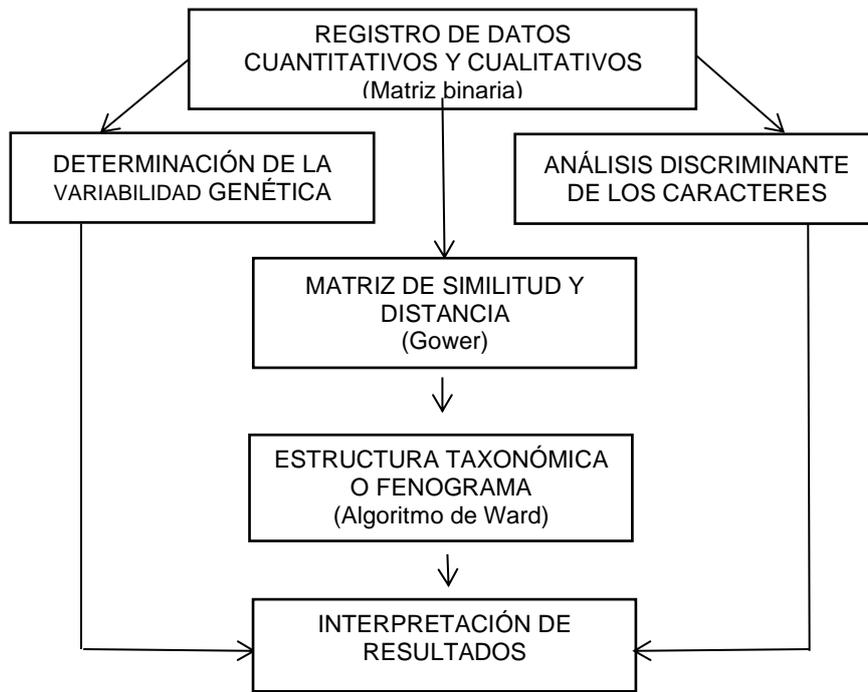
#### Caracterización de la fibra

##### Características cualitativas:

- **Contenido de fibra en la cápsula (CFC):** poco, medio, alto.
- **Color de la fibra. (CF):** blanco, beige, marrón.
- **Cantidad de fibra (CF):** muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto.

#### Análisis estadístico

En el flujograma de la **Figura 19**, se observa el esquema de los análisis estadísticos que se realizaron con los resultados de la caracterización morfo-agronómica de las 36 accesiones de algodón del género *Gossypium* colectadas en las provincias de Manabí y guayas.



**Figura 19.** Flujograma de los análisis estadísticos de los datos morfo-agronómicos de las 36 accesiones de algodón del género *Gossypium*. colectadas en las provincias de Manabí y guayas. 2018-2020.

**Matriz de similitud, distancia y estructura taxonómica**

La similitud entre dos entidades, es en función de sus similitudes individuales en cada uno de los caracteres para los cuales son comparados. Para la estimación de grupos entre las accesiones de algodón, se utilizó una matriz mixta de datos cuantitativos y cualitativos. Se procedió a estandarizar los datos y posteriormente, se estimó la distancia genética, utilizando como medida de similaridad el método de Gower (1967) y como método de agrupamiento jerárquico el método de Ward (Ward 1963). Estos cálculos fueron realizados utilizando el software libre R (Team, 2017). y con la distancia Gower se estimó la similitud taxonómica entre cada par de entrada para caracteres continuos, mientras que para los caracteres cualitativos se utilizó el siguiente coeficiente de asociación:

$$S_{ij} = \sum s_{ij} / n$$

Donde

*S<sub>ij</sub>*= coeficiente de asociación entre las entradas *i* y *j*

*N*= número de caracteres cualitativos

Luego se transformará en una matriz de distancia (D1), mediante el complejo *S<sub>ij</sub>*:

$$D1 (i,j) = (1 - S_{ij})$$

Además, se calculó una matriz de distancia Euclidiana al cuadrado:

$$D2 (i,j) = \sum (X_{kj} - X_{kj})^2 n$$

*Donde:*

*X<sub>ki</sub>* = registro estandarizando del carácter *k* en la entrada *i*

*X<sub>ki</sub>* = registro estandarizando del carácter *k* en la entrada *j*

Dando la matriz final:

$$D = (n_1D_1 + n_2D_2)/(n_1+n_2)$$

La estructura taxonómica de las entradas representadas por un fenograma, se analizó mediante el agrupamiento jerárquico de Ward (Ward, 1963), que hace posible encontrar en cada estado, aquellos Grupos, cuya unión produzca el mínimo incremento en la suma total de cuadrados del error, dentro de Grupos. Los agrupamientos de las entradas se formaron con los criterios de Pseudo F y Pseudo  $t^2$  utilizando el procedimiento de CLUSTER del software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

### **Determinación del valor discriminante de los caracteres entre Grupos**

Mediante este análisis se reconoció cuáles fueron los caracteres con mayor valor discriminante y que, por lo tanto, permitirán una eficiente identificación de la relación entre las accesiones o entradas de la población en estudio.

### **Caracteres cuantitativos**

El valor discriminante de un descriptor cuantitativo fue calculado mediante el índice “D” de Engels (1983), que utiliza la información de los grupos identificados en el fenograma, para realizar un ANOVA y la prueba de Duncan para la comparación de medias de los Grupos. Esta medida fue calculada tomando en consideración la relación del total de posibles comparaciones, divididas para el número de diferencias significativas detectadas.

### **Caracteres cualitativos**

El valor discriminante para los caracteres cualitativos, fue calculado mediante una matriz de contingencia ( $X^2$ ) entre los grupos formados en el fenograma y las subcategorías de cada variable. Fueron estimados los valores y probabilidad de Chi cuadrado, Coeficiente de contingencia Cramer y el Coeficiente de contingencia Pearson para conocer la relación de los grupos y las variables.

### **Presencia de artrópodos herbívoros y benéficos en la colección de algodón**

Para el registro de las poblaciones de artrópodos herbívoros y benéficos presentes en la colección de algodón, se utilizó el método de muestreo absoluto por planta, para lo cual fueron elegidas aleatoriamente y etiquetadas en cada accesión cinco plantas, a las cuales se les realizó la evaluación de los grupos funcionales de artrópodos-herbívoros y benéficos. Se contabilizó los estados móviles de los insectos presentes, realizándose la evaluación por una sola vez.

### **Análisis estadístico**

Los datos fueron ordenados en planillas Excel, obteniéndose los acumulados de las poblaciones de las cinco plantas, con lo cual se realizaron tablas, histogramas, figuras. Adicionalmente, se creó una tabla de contingencia con el número de artrópodos (herbívoros + benéficos), clasificados en los tres grupos y se aplicó la Prueba de Chi cuadrado.

## RESULTADOS

### Determinación de la diversidad genética

La caracterización morfoagronómica de 36 accesiones de algodón indican que, de los 20 caracteres cuantitativos evaluados, existen cinco de estos que, determinaron diversidad genética entre las accesiones caracterizadas, para lo cual se emplearon parámetros estadísticos como valor mínimo, valor máximo, rango, media aritmética, desviación estándar (DE) porcentaje de coeficiente de variación (% CV).

En la evaluación de las variables cuantitativas relacionadas con cada uno de los componentes de la planta (tallo, hojas, flor y fruto), en la **Tabla 11**, se observó que las características que presentaron mayor variabilidad, evidenciada por sus altos coeficientes de variación, fueron el número de nudos del tallo hasta la rama fructífera inferior en floración (% CV 52,57); largo del peciolo de la hoja madura en cm (% CV 35,17); número de nudos de rama fructífera (% CV 32,65); longitud del pedúnculo de la cápsula en cm (% CV 32,26); longitud de la rama fructífera en cm (% CV 31,45). Mientras que, las variables con menor variación genética fueron: diámetro de la semilla en mm (% CV 5,05) y largo de la semilla en mm (% CV 5,25).

### Análisis de agrupamiento de accesiones de algodón

Mediante el algoritmo multivariado del análisis de agrupamiento jerárquico de Ward (Ward, 1963), sobre la matriz de distancia, obtenido con el método de Gower (1967), para los caracteres cualitativos y cuantitativos, de las accesiones de algodón caracterizadas, permitió identificar la estructura taxonómica en tres Grupos, observando la relación entre los Grupos formados en cada agrupamiento (**Tabla 12**).

El Grupo 1, lo conformaron seis accesiones consideradas como comerciales, cuyo porcentaje representó el 16,67%. El Grupo 2, lo formaron 18 accesiones que, representaron el 50%. Mientras que el Grupo 3, estuvo integrado por 12 accesiones que, equivalieron a un 33,33% de las accesiones caracterizadas de la colección de algodón del género *Gossypium*, colectadas en las provincias de Manabí y Guayas.

**Tabla 11.** Estadísticos descriptivos de 20 descriptores cuantitativos utilizados en la caracterización morfoagronómica que, determinan la variabilidad genética en las 36 accesiones de algodón colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

Variable	Mínimo	Máximo	Rango	Media	DE	% CV
Altura de planta (cm)	153,00	367,40	214,40	254,25	60,88	23,94
Diámetro de planta (cm)	1,30	5,07	3,77	3,31	0,69	20,73
Número de nudos del tallo hasta la rama fructífera inferior (en floración)*	2,00	23,00	21,00	10,47	5,51	52,57
Longitud de rama fructífera (cm)*	90,00	296,00	206,00	184,19	57,93	31,45
Número de nudos de rama fructífera*	13,00	57,00	44,00	36,44	11,90	32,65
Longitud promedio del entrenudo (cm)	3,00	8,00	5,00	5,39	1,27	23,59
Número de lóbulos de la hoja madura formada	3,00	7,00	4,00	4,78	0,90	18,79
Longitud de la hoja madura (cm)	8,00	21,00	13,00	14,06	3,41	24,23

Largo del peciolo de la hoja madura (cm)*	5,00	23,00	18,00	12,61	4,44	35,17
Largo de la cápsula (cm)	4,00	6,00	2,00	5,14	0,54	10,56
Ancho de la cápsula (cm)	2,00	3,00	1,00	2,89	0,32	11,03
Relación largo/ancho de la cápsula	1,00	2,00	1,00	1,86	0,35	18,85
Longitud del pedúnculo de la cápsula (cm)*	1,00	4,00	3,00	2,36	0,76	32,26
Número de locus por cápsula	3,00	4,00	1,00	3,17	0,38	11,94
Peso mota con semilla (g)	2,00	5,00	3,00	3,44	0,65	18,94
Número de semillas por mota	20,00	30,00	10,00	25,31	2,77	10,93
Largo de la semilla (mm)**	8,40	10,90	2,50	9,47	0,50	5,25
Diámetro de la semilla (mm)**	4,50	5,60	1,10	4,90	0,25	5,05
Peso de 100 semillas (g)	6,62	12,00	5,38	8,86	1,20	13,52
Largo de la fibra (mm)	16,40	33,60	17,20	25,84	3,59	13,90

\*Mayor variación genética

\*\*Menor variación genética

**Tabla 12.** Distribución de las 36 accesiones de algodón colectadas en las provincias de Manabí y Guayas, por Grupos, mediante el análisis jerárquico de Ward. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

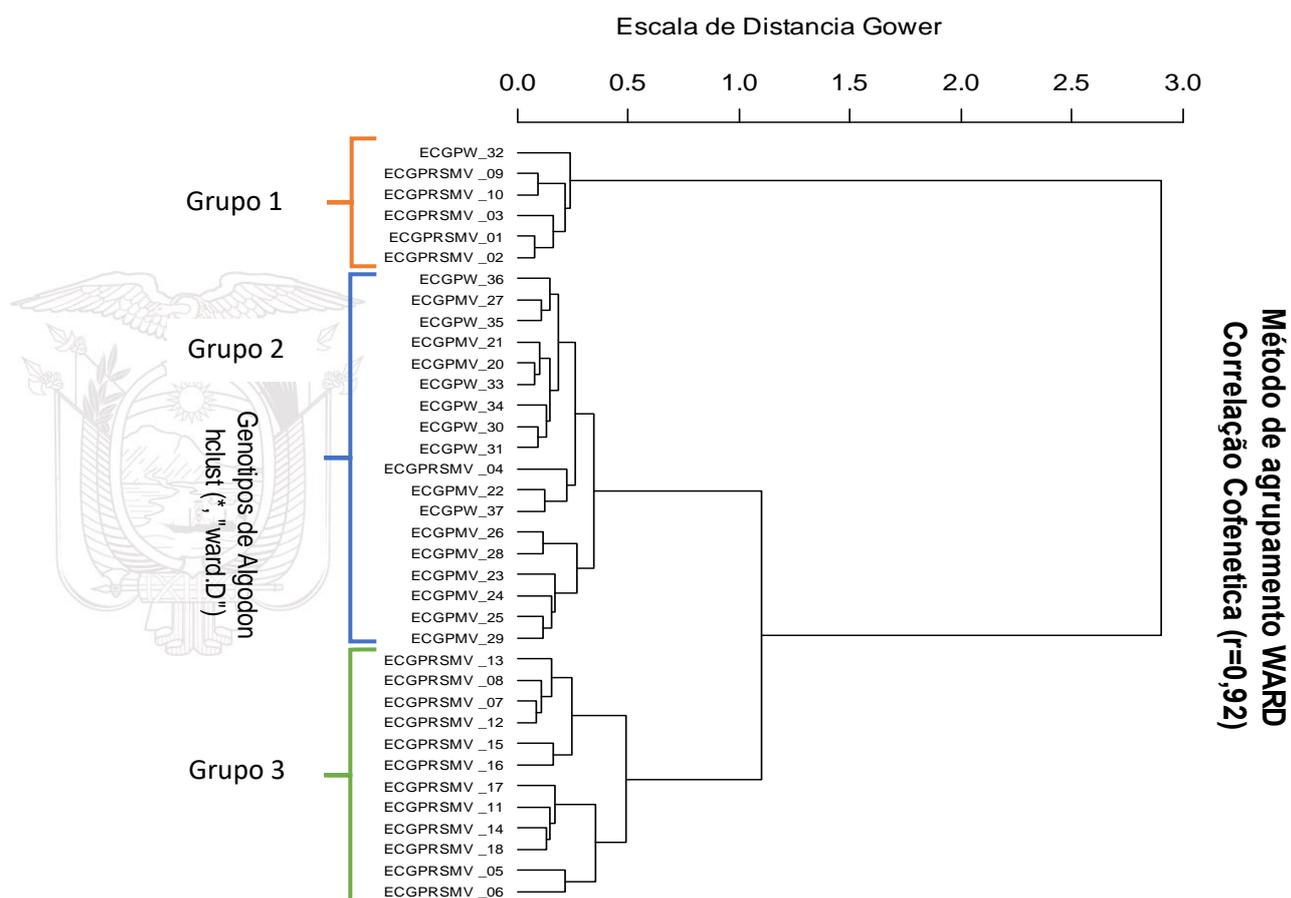
G1	G2	G3
ECGPRSMV001	ECGPRSMV 004	ECGPRSMV 007
ECGPRSMV 002	ECGPMV020	ECGPRSMV 008
ECGPRSMV 003	ECGPMV021	ECGPRSMV 012
ECGPRSMV 009	ECGPMV022	ECGPRSMV 013
ECGPRSMV 010	ECGPMV023	ECGPRSMV 015
ECGPW032	ECGPMV024	ECGPRSMV 016
	ECGPMV025	ECGPRSMV 005
	ECGPMV026	ECGPRSMV 006
	ECGPMV027	ECGPRSMV 011
	ECGPMV028	ECGPRSMV 014
	ECGPMV029	ECGPRSMV 017
	ECGPW030	ECGPRSMV 018
	ECGPW031	
	ECGPW033	
	ECGPW034	
	ECGPW035	
	ECGPW036	
	ECGPW037	

En la **Tabla 13**, se puede observar, el resultado del agrupamiento jerárquico de Ward de los tres grupos obtenidos, las frecuencias absolutas y relativas de cada grupo de la colección de algodón; donde se aprecia que, el grupo 2 presentó el mayor porcentaje de entradas entre grupos con un 50%, seguido del grupo 3 con un 33,33%, mientras que el grupo 1 presentó el menor porcentaje con un valor del 16,67%.

**Tabla 13.** Distribución por Grupos, frecuencias y porcentajes de variabilidad de las 36 accesiones de algodón colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

Grupo	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada	Frecuencia acumulada (%)
Grupo 1	6	16,67	6	16,67
Grupo 2	18	50,00	24	66,67
Grupo 3	12	33,33	36	100,00

El fenograma, en la **Figura 20**, muestra la relación del grado de disimilitud entre los tres grupos de accesiones formados y de similitud o parentesco genético de las accesiones, dentro de cada grupo, apoyadas por un coeficiente de correlación cofenético de 0,92.



**Figura 20.** Fenograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward según la distancia de Gower, de las 36 accesiones de algodón colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

**Determinación del valor discriminante de los caracteres para separar Grupos genéticos**

**Caracteres cuantitativos**

En la **Tabla 14**, se observa dos caracteres cuantitativos con mayor valor discriminante de los 20 descriptores utilizados en la caracterización que, fueron seleccionadas a través del Índice “D” de Engels (1983), mediante la prueba de significancia de Duncan (1975),

donde valores marcadamente distintos tendrán un valor “D” máximo de 1. Siendo los más discriminatorios altura de la planta, y número de semillas por mota, donde ambos presentaron un Índice “D” de 1 en comparación de los demás caracteres evaluados y que permitieron diferenciar los tres grupos genéticos. Mientras que los otros descriptores presentaron valores de Índice de “D” bajos, entre 0,33-0,67 descriptores que, no presentaron alto poder discriminatorio para separar grupos genéticos.

En la altura de la planta, el Grupo 3, presentó el mayor valor de altura con 309,53 cm, en contraste con el menor valor presentado por el Grupo 1, con 181,60 cm. En cuanto a la variable número de semillas por mota, el Grupo 1, presentó un promedio de 29 semillas, siendo el valor más alto, mientras que en el Grupo 2, fue de 23,61 semillas, correspondiendo al valor más bajo.

**Tabla 14.** Valores promedios para 20 caracteres cuantitativos en tres Grupos de algodón obtenidos entre las 36 accesiones colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

Variables cuantitativas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Valor P	Valor D
Altura de planta (cm)	181,60 c	241,61 b	309,53 a	0,0001 **	1,00 <sup>D</sup>
Diámetro de planta (cm)	2,20 b	3,49 a	3,62 a	**	0,67
Número de nudos del tallo hasta la rama fructífera inferior (en floración)	3,33 b	11,11 a	13,08 a	0,0016 **	0,67
Longitud de rama fructífera (cm)	114,17 b	186,44 a	215,83 a	0,0014 **	0,67
Número de nudos de rama fructífera	18,00 b	39,72 a	40,75 a	**	0,67
Longitud promedio del entrenudo (cm)	6,67 a	4,89 b	5,50 b	*	0,67
Numero de lóbulos de la hoja madura formada	3,00 b	5,00 a	5,33 a	0,0001 **	0,67
Longitud de la hoja madura (cm)	11,33 b	12,17 b	18,25 a	0,0001 **	0,67
Largo del peciolo de la hoja madura (cm)	10,17 b	9,78 b	18,08 a	0,0001 **	0,67
Largo de la cápsula (cm)	4,67 b	5,28 a	5,17 a	ns	0,67
Ancho de la cápsula (cm)	3,00 a	2,83 a	2,92 a	0,4730 ns	0,33
Relación largo/ancho de la cápsula	1,17 b	2,00 a	2,00 a	0,0001 **	0,67
Longitud del pedúnculo de la cápsula	1,67 b	2,44 a	2,58 a	0,0088 **	0,67
Número de locus por cápsula	4,00 a	3,00 b	3,00 b	**	0,67
Peso mota con semilla (g)	3,50 a	3,28 a	3,67 a	0,1820 ns	0,33

Número de semillas por mota	29,00 a	23,61 c	26,00 b	0,0001 **	1,00 <sup>D</sup>
Largo de la semilla (mm)	9,85 a	9,37 b	9,43 ab	0,0992 ns	0,67
Diámetro de la semilla (mm)	5,17 a	4,80 b	4,92 b	0,0093* *	0,67
Peso de 100 semillas (g)	9,73 a	8,54 b	8,91 ab	0,0996 ns	0,67
Largo de la fibra desde donde nace la fibra en la semilla (mm)	30,10 a	25,49 b	24,22 b	0,0001 **	0,67

*D= variable determinadas como más discriminantes / \*\* = Significativo al 1% probabilidad / \* = Significativo al 5% probabilidad / ns=nNo significativo*

### Caracteres cualitativos

De los 29 caracteres analizados mediante la prueba de  $X^2$ , se encontraron que cuatro de ellos presentaron alta significancia estadística al 5% de probabilidad, tan cómo se observa en la **Tabla 15**, con valores de  $X^2$  para: densidad de la borra en la semilla (49,5); época de apertura (41,13); intensidad del color de la mancha de los pétalos (40,13); color de la borra (38,25), los cuales aportaron información de los caracteres con mayor poder discriminante que, permitieron separar los grupos genéticos en la colección. Estos presentaron, además, coeficientes de asociación más altos, con coeficiente de contingencia de Cramer = 0,68; 0,62; 0,61; 0,60 y coeficientes de contingencia de Pearson= 0,76; 0,73; 0,73; 0,72, respectivamente.

**Tabla 15.** Descriptores cualitativos de mayor valor discriminatorio entre los tres Grupos de las 36 accesiones de algodón en el agrupamiento jerárquico de Ward, colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

Variables cualitativas	Chi cuadrado Pearson	Coefficient e de contingen cia Cramer	Coefficient e de contingen cia Pearson	Valor P
Hábito de crecimiento	6	0,41	0,38	0,0498*
Forma de la planta	6	0,41	0,38	0,0498*
Color del tallo	22,67	0,56	0,62	0,0001**
Vellosidad del tallo	36	0,58	0,71	0,0001**
Densidad del Follaje	14,85	0,37	0,54	0,0050**
Forma de la hoja	6	0,41	0,38	0,0498 *
Intensidad del color verde de la hoja	6,8	0,25	0,4	0,1468 <sup>ns</sup>
Tamaño de la hoja	25,17	0,48	0,64	0,0001**
Pubescencia en el envés de la hoja	22,36	0,46	0,62	0,0002**
Tipo de floración	2,06	0,17	0,23	0,3775 <sup>ns</sup>
Color del pétalo	36	0,71	0,71	0,0001**
Intensidad del color de la mancha de los pétalos <sup>D</sup>	40,13	0,61	0,73	0,0001**
Posición del estigma en relación a las anteras	4,24	0,24	0,32	0,1203 <sup>ns</sup>

Color del polen	37,19	0,59	0,71	0,0001**
Dentado de las brácteas	3,66	0,23	0,3	0,1607 <sup>ns</sup>
Tamaño de las brácteas	25,67	0,49	0,65	0,0001**
Forma longitudinal de las cápsulas	32,64	0,55	0,69	0,0001**
Punteado de la superficie de las cápsulas	25,38	0,48	0,64	0,0001**
Prominencia de la cápsula	17,93	0,41	0,58	0,0064**
Época de apertura <sup>D</sup>	41,13	0,62	0,73	0,0001**
Grado de apertura (madurez completa)	22,77	0,46	0,62	0,0037**
Presencia de la borra en la semilla	22,5	0,56	0,62	0,0001**
Densidad de la borra en la semilla <sup>D</sup>	49,5	0,68	0,76	0,0001**
Color de la borra <sup>D</sup>	38,25	0,6	0,72	0,0001**
Contenido de fibra en la cápsula	3,9	0,19	0,31	0,4193 <sup>ns</sup>
Color de la fibra	5,98	0,24	0,38	0,2006 <sup>ns</sup>
Tamaño de la semilla	1,99	0,14	0,23	0,7384 <sup>ns</sup>
Color de la semilla	6	0,41	0,38	0,0498*
Tamaño de la fibra	16,78	0,39	0,56	0,0325*

*D= Variables determinadas como más discriminantes / \*\*= Significativo al 1% de probabilidad / \* = Significativa al 5% de probabilidad / ns= no significativo.*

### Clasificación de los Grupos de acuerdo a los estados de los caracteres cualitativos

Para expresar la variabilidad genética de las accesiones caracterizadas, se identificaron descriptores de mayor valor discriminante que, están constituidos por varios estados y que permiten comprender su agrupación (**Tabla 16**).

### La Intensidad del color de la mancha en los pétalos

En la **Figura 21**, se aprecia que la mayoría de las accesiones de los Grupos 2 y 3, presentaron mancha grande en los pétalos, mientras que, las del Grupo 1, no presentaron manchas en el 100% de sus accesiones. El Grupo 2, presentó manchas pequeñas al 11,11%, el Grupo 1 y 3, no presentaron manchas pequeñas; los Grupo 2 y 3 presentaron manchas medianas al 5,56% y 25% respectivamente; mientras que accesiones con manchas grandes, corresponden a los Grupo 2 con 83,33% y Grupo 3 con 75%.

**Tabla 16.** Clasificación de los Grupos de acuerdo a los estados de sus caracteres más discriminantes en las 36 accesiones de algodón colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

Variables	Grupo 1 (%)	Grupo 2 (%)	Grupo 3 (%)	Total de accesiones (%)
<b>Densidad de la borra en la semilla</b>				
		18		
1= Desnuda	0 (0,00%)	(100,00)	6 (50,00)	24 (66,67)
	0 0			
3= Laxa	(0,00%)	0 (0,00%)	3 (25,00)	3 (8,33)
5= Medio	0 (0,00%)	0 (0,00%)	3 (25,00)	3 (8,33)
7= Denso	6 (100,00)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	6 (16,67)
<b>Época de apertura</b>				

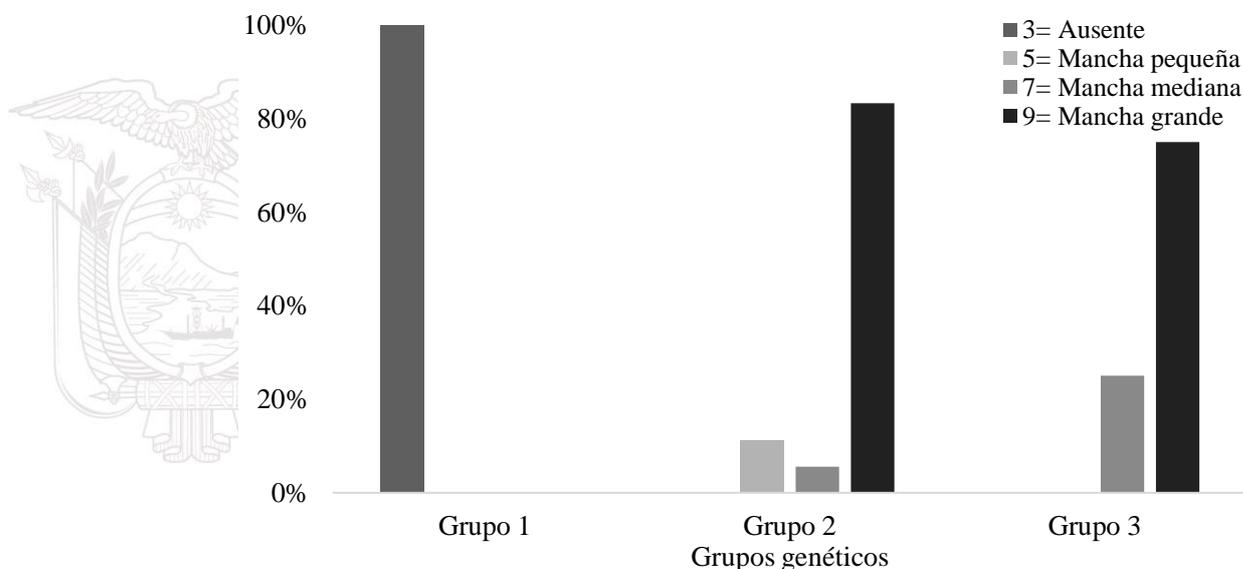
1= Muy precoz	6 (100,00)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	6 (16,67)
3= Precoz	0 (0,00%)	2 (11,11)	3 (25,00)	5 (13,88)
5= Media	0 (0,00%)	10 (55,56)	3 (25,00)	13 (36,11)
7= Tardía	0 (0,00%)	4 (22,22)	2 (16,67)	6 (16,67)
9= Muy tardía	0 (0,00%)	2 (11,11)	4 (33,33)	6 (16,67)

**Intensidad de tamaño de la mancha de los pétalos**

3= Ausente	6 (100,00)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	6 (16,67)
5= Mancha pequeña	0 (0,00%)	2 (11,11)	0 (0,00%)	2 (5,55)
7= Mancha mediana	0 (0,00%)	1 (5,56)	3 (25,00)	4 (11,11)
9= Mancha grande	0 (0,00%)	15 (83,33)	9 (75,00)	24 (66,67)

**Color de la borra**

		18		
1= Blanco	0 (0,00%)	(100,00)	0 (0,00%)	18 (50,00)
2= Gris	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (8,33)	1 (2,78)
3= Verde claro	6 (100,00)	0 (0,00%)	10 (83,34)	16 (44,44)
4= Marrón	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (8,33)	1 (2,78)

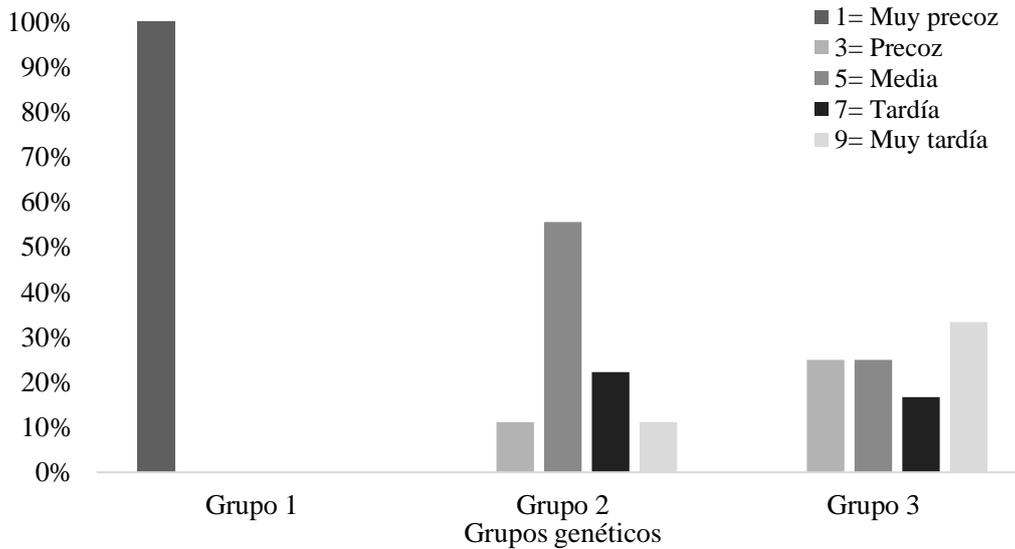


**Figura 21.** Intensidad del tamaño de la mancha en los pétalos de los tres Grupos genéticos de algodón caracterizados en las 36 accesiones colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

**Época de apertura**



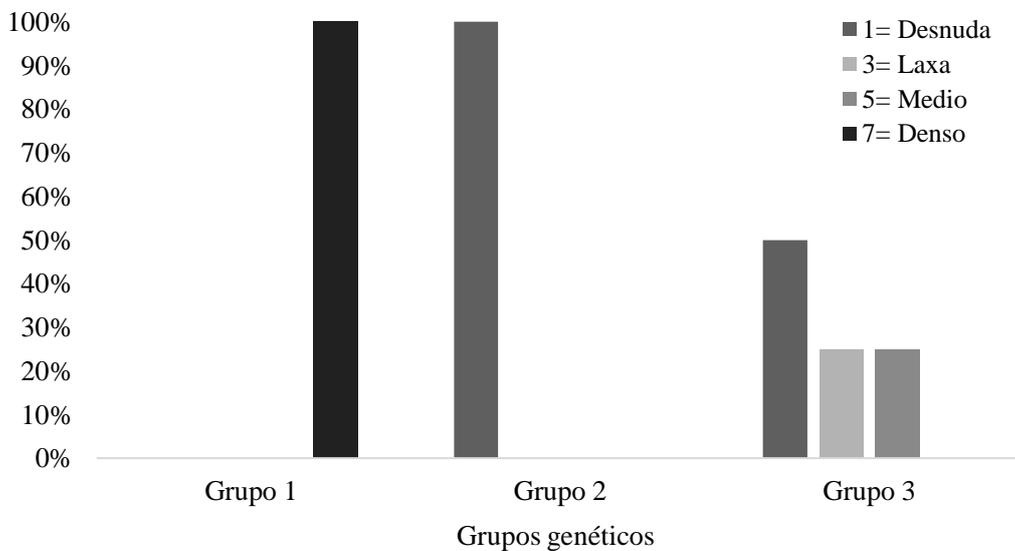
Los resultados de este carácter de alto valor discriminante, se presentan en la **Figura 22**. Se observa que las accesiones que integran el Grupo 1, presentaron un estado muy precoz en un 100%. Los Grupos 2 y 3, presentaron accesiones con comportamiento variables de época de apertura, desde precoz, media tardía y muy tardía.



**Figura 22.** Época de apertura de los tres Grupos genéticos de algodón caracterizados en las 36 accesiones colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

#### Densidad de la borra en la semilla

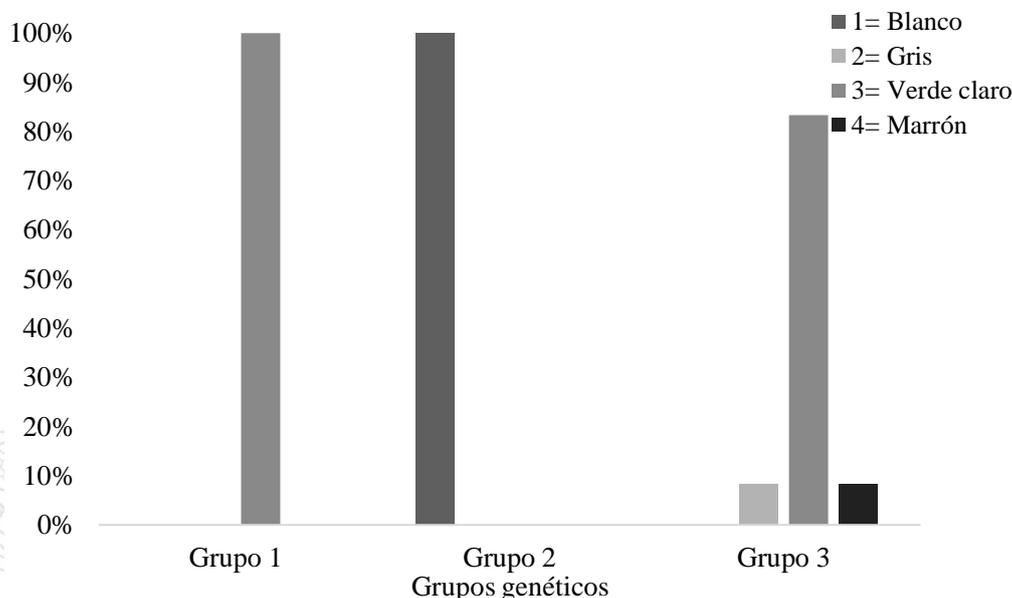
Como se aprecia en la **Figura 23**, se determinó que, los Grupos 2 y 3 presentaron un estado de semilla desnuda en un 100% y 50%, respectivamente. Las semillas que presentaron una densidad laxa fue el Grupo 3, con un 25% en ambos estados, a diferencia de los demás grupos que no presentaron; siendo el Grupo 3 el único que presentó un 100% densidad de semillas densas.



**Figura 23.** Densidad de la borra en la semilla de los tres Grupos genéticos de algodón caracterizados en las 36 accesiones colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

### Color de la borra

Este carácter, al igual que los anteriores, fue de gran importancia por el valor discriminativo que permitió separar los grupos genéticos. En la **Figura 24**, se observa que el Grupo 2, fue el único que presentó al 100% el color blanco en la borra; el Grupo 3, presentó en un 8,33% el color de borra gris. El color verde claro se observó en un 100% en el Grupo 1, y en un 83,334% en el Grupo 3. Mientras que el color marrón, fue observado únicamente en el Grupo 3, con un 8,33%.



**Figura 24.** Color de borra en los tres Grupos genéticos de algodón caracterizados en las 36 accesiones colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

### Análisis de componentes principales

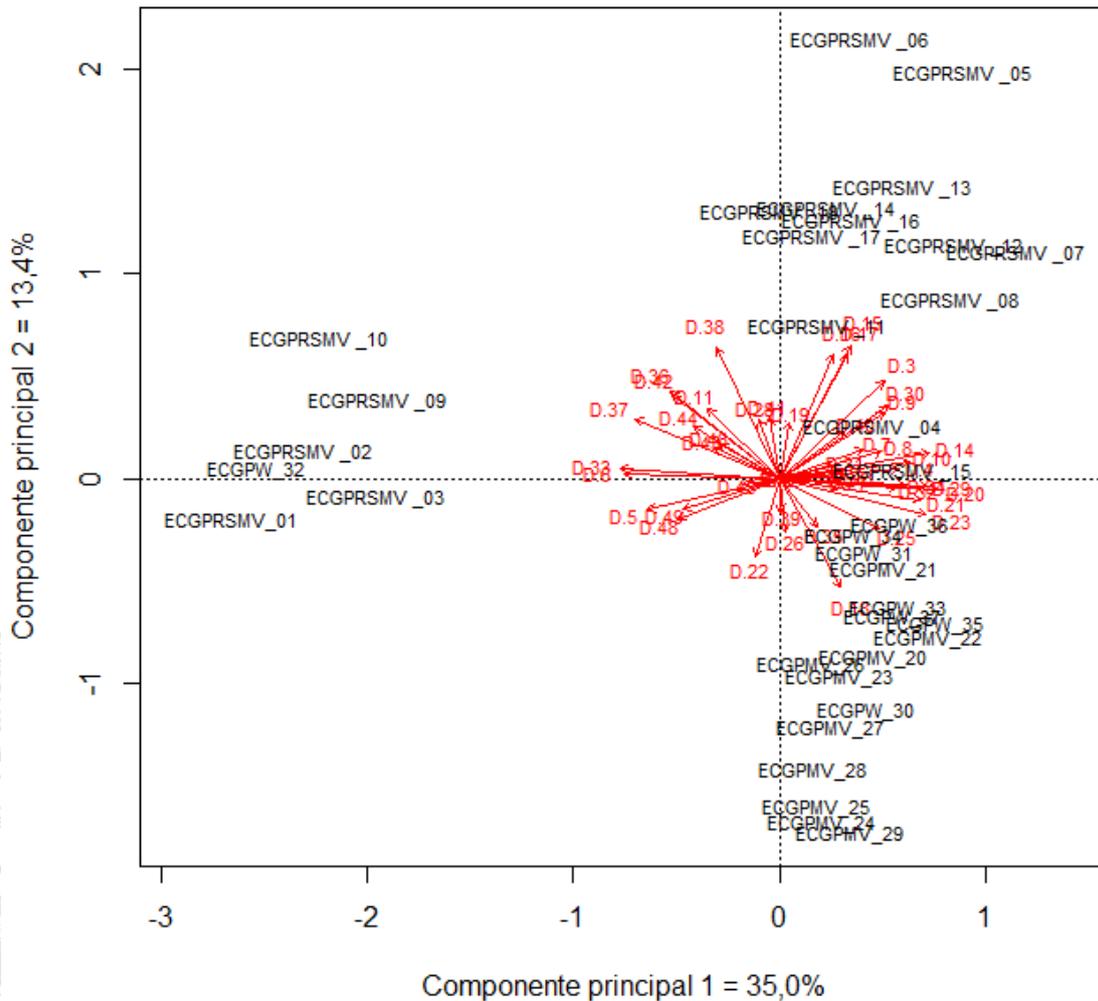
En la **Tabla 17**, son presentados los autovalores y la variabilidad explicada, producto del Análisis de Componentes Principales (PCA), de las 36 accesiones de algodón. Los tres primeros componentes explican 57,0% de la variación de los datos. El primer componente principal explicó 35,0% de la variabilidad, siendo mayormente representado por las variables número de nudos de rama fructífera D10 (7,395), número de lóbulos de la hoja madura formada D14 (8,582), relación largo/ancho de la cápsula (8,392) y número de locus por cápsula (-9,088). Mientras que, el segundo componente explicó 13,0% de la variabilidad, donde las características que más contribuyeron fueron: la longitud de la hoja madura (cm) (7,647), largo del peciolo de la hoja madura (cm) (7,133), tamaño de la hoja (7,139) y color de la borra (7,543). Ya el tercer componente registró una variación de 9,0%, con influencia de las características: largo de la cápsula (cm) (-4,509), longitud del pedúnculo de la cápsula (-5,617), contenido de fibra en la cápsula (-6,323), tamaño de la semilla (-6,759) y peso de 100 semillas (g) (-5,856).

**Tabla 17.** Autovalores y variabilidad explicada por los componentes principales de 49 caracteres agronómicos en la caracterización de la colección de algodón colectada en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

Lambda	Valor	Proporción Absoluta	Proporción acumulada
1	15,75	0,35	0,35
2	6,04	0,13	0,48
3	4,02	0,09	0,57
4	2,3	0,05	0,62
5	2,26	0,05	0,67
6	1,87	0,04	0,72
7	1,7	0,04	0,75
8	1,37	0,03	0,78
9	1,21	0,03	0,81
10	1,09	0,02	0,84
11	0,96	0,02	0,86
12	0,91	0,02	0,88
13	0,72	0,02	0,89
14	0,69	0,02	0,91
15	0,6	0,01	0,92
16	0,58	0,01	0,93
17	0,48	0,01	0,95
18	0,47	0,01	0,96
19	0,36	0,01	0,96
20	0,33	0,01	0,97
21	0,23	0,01	0,98
22	0,2	0	0,98
23	0,16	0	0,98
24	0,14	0	0,99
25	0,12	0	0,99
26	0,1	0	0,99

La distribución de las accesiones en el gráfico de dispersión, presenta un patrón de agrupamiento bien definido, mostrando en el cuadrante inferior y superior derecho de las accesiones correspondientes a los Grupos 2 y 3, respectivamente. Mientras, que las variedades comerciales de algodón (Grupo 1), se encuentran agrupadas en los cuadrantes del lado izquierdo del PCA (**Figura 25**). De esta manera las accesiones muestran divergencias genéticas, derivadas de la caracterización morfológica.

PCA - scaling 2



**Figura 25.** Análisis de Componentes Principales a partir de 49 características evaluadas en las 36 accesiones colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

**Artrópodos herbívoros y benéficos presentes en la colección de algodón**

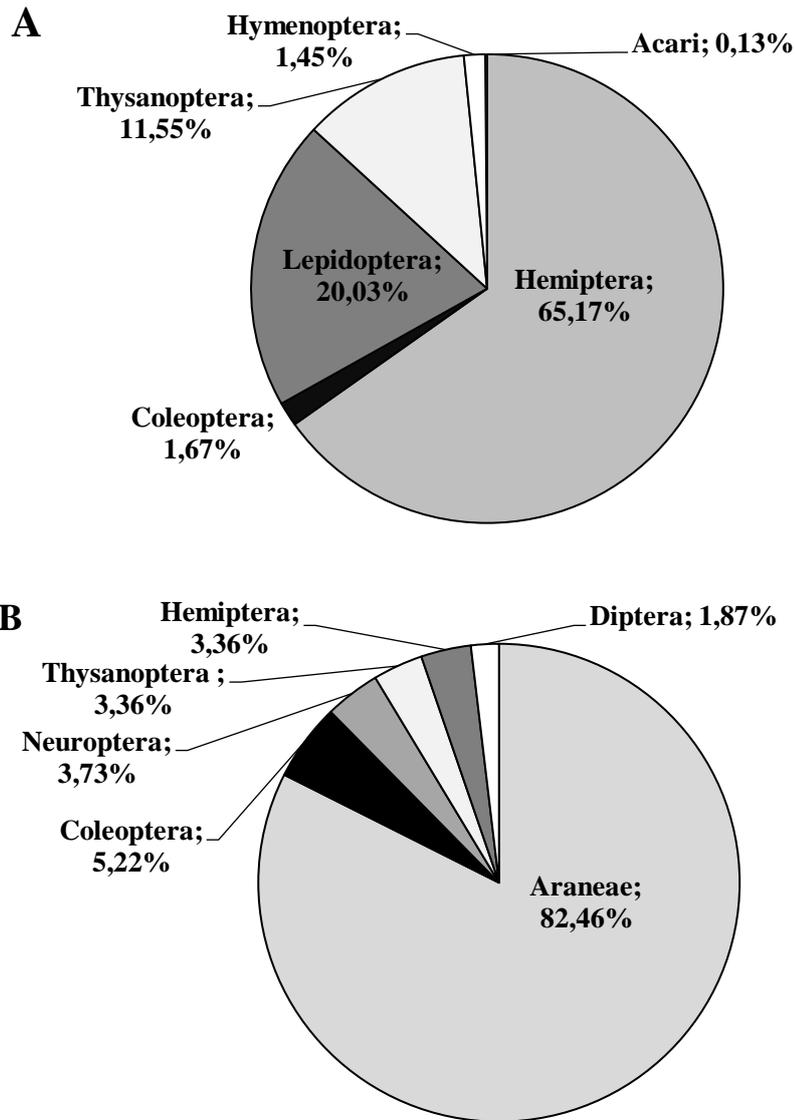
Fueron identificadas 19 especies de artrópodos asociadas a las 36 accesiones de la colección de algodón, evaluadas en este estudio. De estas, 13 especies pertenecen al grupo funcional de artrópodos herbívoros (chupadores, defoliadores, perforador de fruto), de los órdenes Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Thysanoptera, Hymenoptera y Acari. El orden Hemiptera, fue el más diverso con cinco especies reportadas, seguido de Coleoptera con tres especies. Por otro lado, se determinó que, del total, seis especies son del grupo funcional de artrópodos benéficos, principalmente depredadores de los órdenes Araneae, Coleoptera, Neuroptera, Thysanoptera, Hemiptera y Diptera (**Tabla 18**).



**Tabla 18.** Listado de especies de grupos funcionales de artrópodos herbívoros y benéficos presentes en la colección de 36 accesiones de algodón, colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

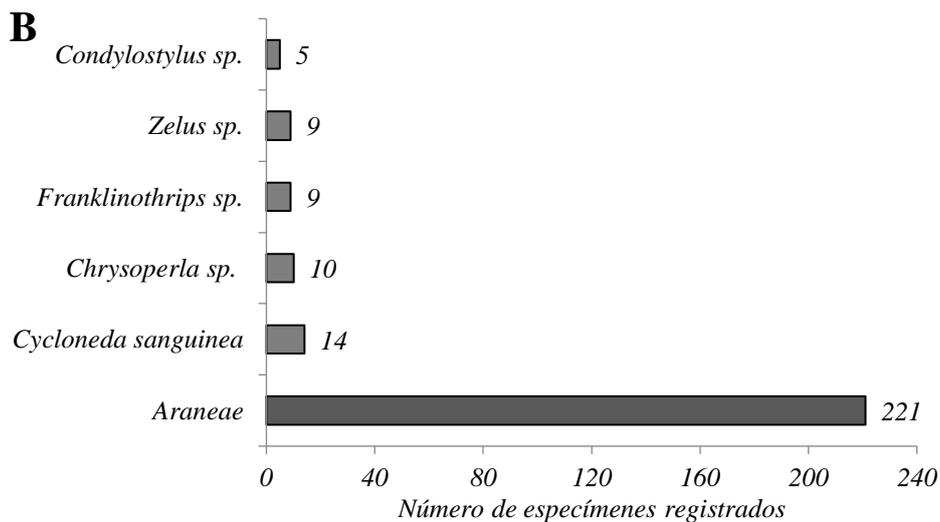
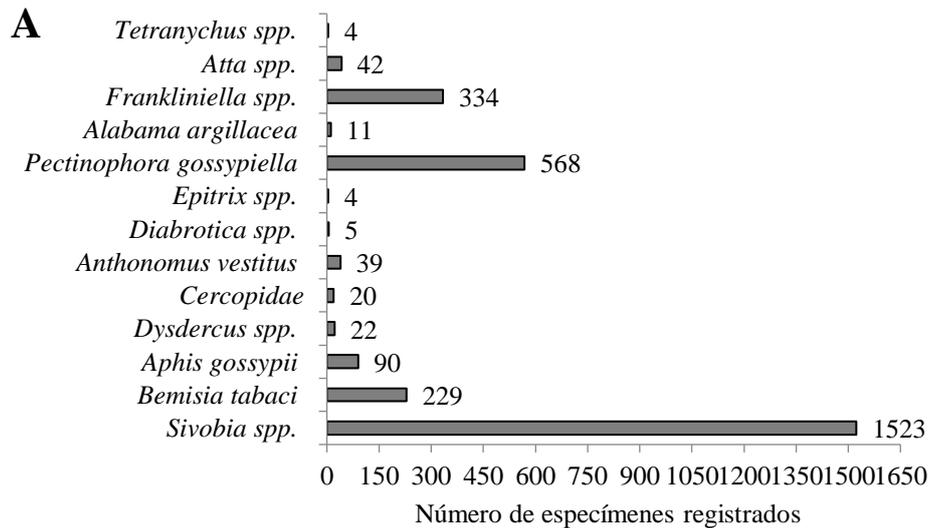
Especie	Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia
<b>Artrópodos herbívoros</b>				
1	Chicharritas	<i>Sivobia</i> sp.	Hemiptera	Cicadellidae
2	Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemiptera	Aleyrodidae
3	Pulgón	<i>Aphis gossypii</i>	Hemiptera	Aphididae
4	Chinche manchador-fibra	<i>Dysdercus</i> sp.	Hemiptera	Pyrrhocoridae
5	Salivazo	sp. 1 sin identificar	Hemiptera	Cercopidae
6	Picudo del algodónero	<i>Anthonomus vestitus</i>	Coleoptera	Curculionidae
7	Mariquitas	<i>Diabrotica</i> sp.	Coleoptera	Chrysomelidae
8	Pulga saltona	<i>Epitrix</i> sp.	Coleoptera	Chrysomelidae
9	Gusano rosado	<i>Pectinophora gossypiella</i>	Lepidoptera	Gelechiidae
10	Defoliador del algodónero	<i>Alabama argillacea</i>	Lepidoptera	Noctuidae
11	Trips	<i>Frankliniella</i> sp.	Thysanoptera	Thripidae
12	Hormigas defoliadoras	<i>Atta</i> spp.	Hymenoptera	Formicidae
13	Ácaro rojo	<i>Tetranychus</i> spp.	Acari	Tetranychidae
<b>Artrópodos benéficos</b>				
14	Arañas depredadoras	Varias	Araneae	Varias
15	Mariquitas	<i>Cycloneda sanguinea</i>	Coleoptera	Coccinellidae
16	León de los áfidos	<i>Chrysoperla</i> sp.	Neuroptera	Chrysopidae
17	Trips depredador	<i>Franklinothrips</i> sp.	Thysanoptera	Aeolothripidae
18	Chinche	<i>Zelus</i> sp.	Hemiptera	Reduviidae
19	Mosca verde	<i>Condylostylus</i> sp.	Diptera	Dolichopodidae

Fueron registrados 3159 especímenes de artrópodos, de los cuales el 91,52% (2891 especímenes), pertenecían al grupo de artrópodos herbívoros y apenas el 8,48% (268 especímenes), correspondieron a artrópodos benéficos. Con relación a los herbívoros, destacó por su abundancia el orden Hemiptera, que agrupó el 65,17% de los especímenes registrados, seguido de Lepidoptera con 20,03%. Siendo el grupo menos numeroso el orden Acari e Hymenoptera (**Figura 26A**). Mientras que, entre los benéficos, sobresalió por su abundancia el orden Araneae, con el 82,46% de los especímenes registrados, seguido de otros órdenes de artrópodos con poca abundancia (**Figura 26B**).



**Figura 26.** Abundancia de órdenes de artrópodos por grupos funcionales (herbívoros y benéficos), presentes en la colección de 36 accesiones de algodón, colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

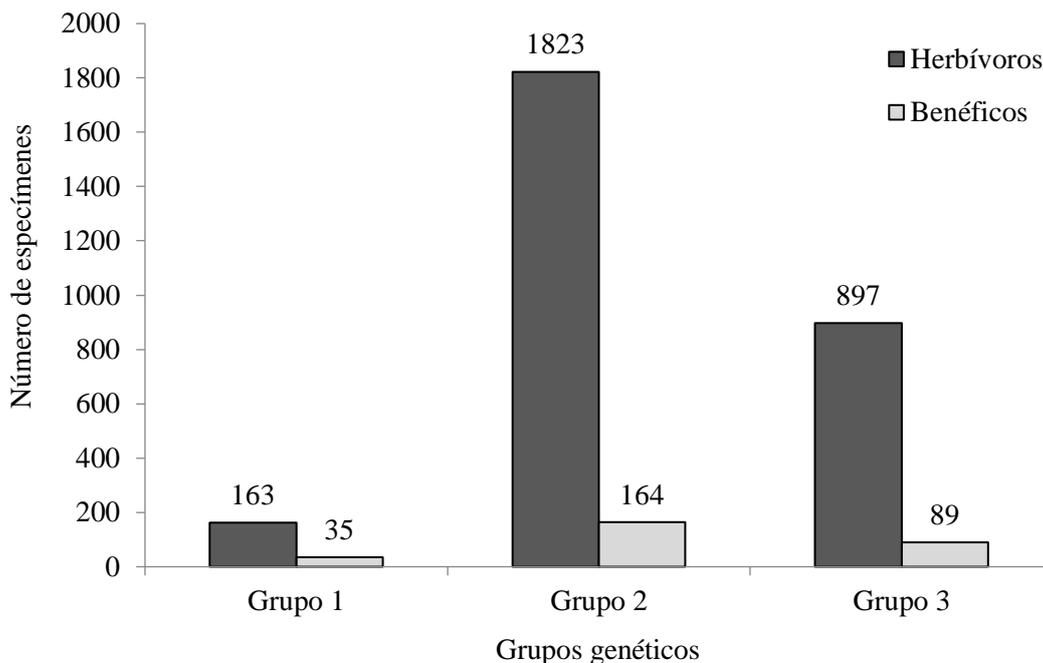
Cuando se evaluó la abundancia de las especies de artrópodos (herbívoros y benéficos), registradas en la colección de algodón, se determinó que la especie de chicharrita *Sivobia* sp. (Hemiptera: Cicadellidae), fue el herbívoro de mayor abundancia con 1523 especímenes (52,68%), seguido del gusano rosado *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae), con 568 especímenes (19,65%) y el trips *Frankliniella* sp. (Thysanoptera: Thripidae), con 334 especímenes, que representan el 11,55% del total de 2891 individuos registrados (**Figura 27A**). Con relación a la abundancia de las especies de artrópodos benéficos, fueron las arañas las que se destacaron por su abundancia con 221 especímenes (82,46%), seguido de *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae), con 14 especímenes que, representan apenas el 5,22% del total de 268 individuos registrados (**Figura 27B**)



**Figura 27.** Abundancia de especies de artrópodos por grupos funcionales (herbívoros y benéficos), presentes en la colección de 36 accesiones de algodón, colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

### Prueba de Chi cuadrado

Como se observa en la **Figura 28**, la proporción entre artrópodos herbívoros y benéficos mantiene una tendencia igual en los tres grupos genéticos que se conformaron entre las 36 accesiones de algodón. El análisis de Chi cuadrado salió no significativo (3,1056,  $df = 2$ ,  $p\text{-value} = 0.2117$ ), lo cual indica que no existe una asociación entre grupos los genéticos de algodón y la proporción de artrópodos herbívoros-benéficos. Esto permite concluir que la proporción herbívoros-benéficos es similar en todos los grupos genéticos.



**Figura 28.** Proporción de artrópodos herbívoros y benéficos observada en los tres grupos genéticos que conforman las 36 accesiones de algodón colectadas en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo. 2018-2020.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Agrobio (2017). “Cultivos agrícolas que permiten controlar malezas”. Septiembre 13, 2017, de Agrobio México Sitio web:

<http://www.agrobiomexico.org.mx/aplicaciones/>

Brubaker, C.; Bourland, E. and Wendel, J. (1999). Cotton: origin, history, technology, and production. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-18045-9

Cadena, T. J. (2000). Crecimiento y desarrollo de la planta de algodón y sus efectos sobre el manejo del cultivo. In Memoria del curso manejo integrado del agodonero, *Corpoica*. Valledupar. pp. 46-57.

Cardozier, V. (1962). Cultivo y producción del algodón. 1ª ed. EDITORIAL HERRERO S.A. México D.F.

Comité Consultivo Internacional del Algodón (ICAC). 2017.

Consultado 12-06-2018. Disponible en:

<http://www.asajasevilla.es/noticias/algodon/item/1092-la-superficie-mundial-de-algodon-alcanzara-31-3-millones-de-hectareas.html>

Feng, Ch.; Ulloa, M.; Pérez, M. C. and Stewart, J. M. (2011). Distribution and molecular diversity of arborescent *Gossypium* species. *Botany*. 89(9):615-624.

Fernández, A.; Rodríguez, E. y Westengen, O. (2003). Biología y Etnobotánica del algodón Nativo Peruano (*Gossypium barbadense* L., Malvaceae). *Arnaldoa* 10(2): 92-10.

Fernández, A. y Rodríguez, E. (2007). Etnobotánica del Perú Pre- Hispánico. *Herbarium Truxillense* (HUT) (Eds.), Trujillo, Perú. 256 pp.

FIRA, (2017). Panorama Agropecuario, Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Algodón 2017. 22p. Consultado 15 de oct. 2018. Disponible en: [https://documentop.com/algodon-2017-fira\\_5a0bef2d1723ddf4bef.html](https://documentop.com/algodon-2017-fira_5a0bef2d1723ddf4bef.html)

Gower, J. (1967). A comparison of some methods of cluster analysis. *Biometrics*. 637p

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (2018). Informe Técnico Anual del Proyecto +Algodón INIAP-FAO. Estación Experimental Portoviejo-INIAP. 133p.

International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). (1988). Cotton Descriptors (Revised). Descriptors for eggplant. Rome. 23p.

International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) 2(001). directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Algodón (*Gossypium* L.) Ginebra. 26 p.

Martínez Reina, A. M. and Hernández, B. M. J. (2016). La competitividad del algodón colombiano frente a los principales países productores mediante el enfoque de costos de producción. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(2), 189. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol16\\_num2\\_art:368](https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num2_art:368).

Matarita, A. (1989). The cultivation of cotton. Universidad Estatal a Distancia (Eds.). San José, Costa Rica. 41p.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (2018). Tosagua sobreviven los últimos algodoneiros. *El Comercio*. Ec. 21 08: Disponible en <https://www.elcomercio.com/actualidad/tosagua-ultimos-algodoneiros-eljuncal-ecuador.html>.

Ministerio del Ambiente de Perú. (2012). Documentación de las colecciones herborizadas de *Gossypium* Malvaceae, conservadas en el herbario de San Marcos, 1-32.

Mostacero, L.; Mejía, F.; Gamarra, T. (2009). Fanerogamas del Perú. GRAFICART (Eds.). Trujillo, Perú. 1331pp

Ñañez, C. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del algodón (*Gossypium Hirsutum*).

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 2018a. Curso de autoaprendizaje “Estrategias de fortalecimiento del sector algodoneiro para el desarrollo de la agricultura familiar”: Unidad 1. Tendencias y perspectivas regionales y globales del sector algodoneiro. 55 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2018b). El cultivo del algodón casi ha desaparecido en Ecuador. La Hora. Ec. 11 02: Disponible en: <https://lahora.com.ec/zamora/noticia/1102135010/el-cultivo-del-algodon-casi-ha-desaparecido-en-ecuador>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Cooperación Internacional Brasil. (2017). *El estado de arte del sector algodonero en países del Mercosur y asociados*.

Pérez, C., Tovar, M. del R., Obispo, Q., Legorreta, F. and Ruiz, J. (2016). Recursos genéticos del algodón en México : conservación ex situ , in situ y su utilización \*  
Genetic resources of cotton in Mexico : ex situ and in situ conservation and use  
Resumen, 7, 5-16.

Pimentel, F. (1985). Curso de estadística experimental. Livraria Nobel S.A., São Paulo, Brasil.

Poelham, J. M. y Sleper, D. A. (2003). Mejoramiento genético de las cosechas. Edit. Limusa. 385 p.

Robles, R. (2012). Producción de oleaginosas y textiles. Limusa (Eds.). México. 200 pp.  
Gower, J.C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties.  
Biometrics 27: 857-874.

Reyes, P. (2014). El algodón pima Peruano : cultivo y manejo agronómico. Perú.  
Rodríguez, P. 2014. Diagnóstico de la Cadena del Algodón en Ecuador, 1-2.

Rojas W., Pinto M., Alanoca C., Gómez L., León P., Alercia A., Diulgheroff S., Padulosi S. y Bazile D. (2014). Estado de la conservación ex situ de los recursos genéticos de quinua. Capitulo Numero 1.5. EN: BAZILE D. *et al* . (Editores), “Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. 65-94.

Royo, O., Montenegro, A., Spoljaric, M. and Gonzalez, A. (2013). Caracterización de 492 accesiones de algodón del banco de germoplasma de INTA con análisis multivariado. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Sánchez A. (1982). Cultivos de fibras. 1ª ed. Editorial trillas S.A. México D.F.

SC-MAGAP. (2013). Justificación Técnica para la aplicación del subsidio a los pequeños productores de algodón a través de un plan de acceso a paquete tecnológico de semillas de alto rendimiento.

Silva, C. (2005). Algodón genéticamente modificado. Agrobio, Colombia, 1ed.

Team, R.C. (2010) R: A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Tovar, G. M. R.; Pérez, C. M.; Obispo, Q. G.; Mijangos, J. C.; Pedraza, M. S.; Flores, M. Z.; Madrid, M. C.; Aragón, F. C.; Enríquez, J. F. Q.; Tavitas, L. F.; Tovar, B. G. y Bonilla, J. C. (2013). Logros de investigación en algodón nativo de México. Campo

Experimental Valle de México. Centro de Investigación Regional del Centro.  
Desplegable Técnica Núm. 26. 6 p.

Ulloa, M.; Stewart, J. McD.; García, E. A. C.; Godoy, S. A.; Gaytán, A. M. and Acosta, S. N. (2006). Cotton genetic resources in the western states of México: in situ conservation status and germplasm collection for ex situ preservation. *Genetic Res. Crop Evol.* 53:653-668

Ulloa, M.; Abdurakhmonov, I. Y.; Pérez, M. C.; Percy, R. and Stewart, J. (2013). Genetic diversity and population structure of cotton (*Gossypium* spp.) of the new world assessed by SSR Markers. *Botany.* 91(4):251-259.

Zavaleta, A., López, E., Gil, E., Caicedo, M. and Mendoza, E. (2018). Caracterización de frutos, semillas y fibras de *Gossypium barbadense* “algodón Pardo,” 21(3), 301–304.



**ANEXO 1****DESCRIPTORES PARA LA CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN “EX SITU” DE ALGODÓN (*Gossypium* spp). (IBPGR, 1988; UPOV, 2001).****DESCRIPTORES DE LA PLANTA****D1. Hábito de crecimiento**

Expresada como la observación del ángulo de las ramas del árbol con relación a un eje central hipotético:

3 = *Postrado* ( $> 135^\circ$ )

5 = *Compacto/intermedio* (de 90 hasta 135)

7 = *Erecto* ( $< 90^\circ$ )

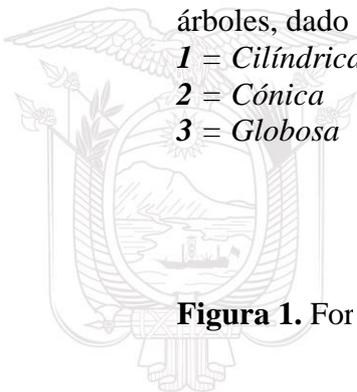
**D2. Forma de la planta** (Ver Figura 1).

Se refiere al aspecto general de la planta que debe reflejar la observación de varios árboles, dado por los siguientes estados:

1 = *Cilíndrica*

2 = *Cónica*

3 = *Globosa*



**Figura 1.** For

**D3. Altura de planta (cm)**

Se mide desde el nivel del suelo hasta el ápice de la planta de algodón, utilizando una regla tipo telescopio graduada en centímetros.

**D4. Diámetro de planta (cm)**

Se realiza la medición del diámetro del tallo principal a una altura de 20 cm sobre el nivel del suelo, utilizando el calibrador Vernier.

**D5. Color del tallo**

1 = *Verde claro*

2 = *Verde*

3 = *Verde rojizo*

**D6. Velloso del tallo**

1 = *Glabra*

2 = *Vellos cortos*

3 = *Vellos largos*

**D7. Densidad del Follaje**

- 1 = *Laxa*
- 2 = *Media*
- 3 = *Densa*

**D8. Número de nudos del tallo hasta la rama fructífera inferior (en floración)**

Se registra desde la base del tallo el número de nudos hasta llegar a la primera rama fructífera, contabilizando la cantidad de nudos presentes, Registro promedio de por lo menos 10 plantas.

**D9. Longitud de rama fructífera (cm)**

Se mide desde la inserción del tallo hasta el ápice de la rama fructífera, utilizando una regla graduada en centímetros. Registro promedio de por lo menos 10 ramas.

**D10. Número de nudos de rama fructífera**

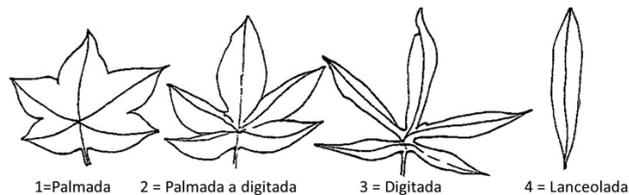
Se registrará en las mismas ramas de la variable anterior, contabilizando la cantidad de nudos presentes, Registro promedio de por lo menos 10 ramas.

**D11. Longitud promedio del entrenudo (cm)**

Esta variable se obtiene al dividir el promedio obtenido en la variable “Longitud de ramas productivas” para el valor obtenido en la variable “Número de nudos por rama. Registro promedio de por lo menos 10 ramas.

**D12. Forma de la hoja (Figura 2)**

- 1 = *Palmada*
- 2 = *Palmada a digitada*
- 3 = *Digitada*
- 4 = *Lanceolada*



*Figura 2. Forma de la hoja*

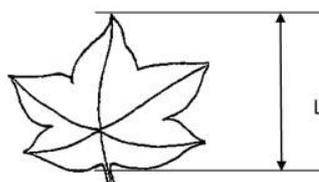
**D13. Intensidad del color verde de la hoja**

- 1 = *Verde claro*
- 2 = *Verde medio*
- 3 = *Verde oscuro*

**D14. Numero de lóbulos de la hoja madura**

**D15. Longitud de la hoja madura (cm)**

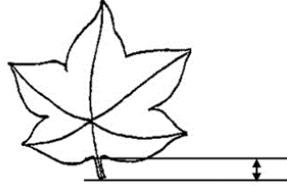
Se registrará la longitud desde los lóbulos basales hasta el ápice de la hoja. Registro del promedio de por lo menos 10 hojas localizadas en la sección media del tallo.



**Figura 3. Largo de la hoja en cm**

**D16. Largo del peciolo de la hoja madura (cm)**

Se registrará la longitud desde la inserción del tallo hasta la inserción de la hoja.  
Registro promedio de por lo menos 10 hojas localizadas en la sección media del tallo.



**Figura 3. Largo de la hoja en cm**

**D17. Pubescencia en el envés de la hoja**

- 3 = Ausente
- 5 = Moderada
- 7 = Fuerte

**D17. Tamaño de la hoja**

- 3 = Pequeña
- 5 = Mediana
- 7 = Grande

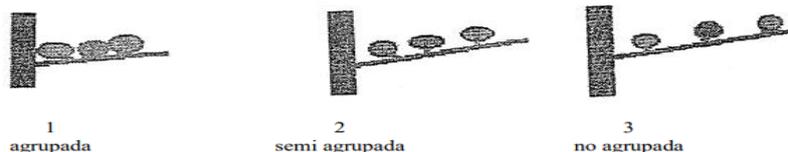
**D18. Pubescencia en el envés de la hoja**

- 3 = Ausente
- 5 = Moderada
- 7 = Fuerte

**CARACTERÍSTICAS DE LA FLOR**

**D19. Tipo de floración (Ver Figura 4)**

- 1 = Agrupada
- 2 = Semi agrupada
- 3 = No agrupada



**Figura 4. Tipo de floración del algodón**

**D20. Color del pétalo**

- 3 = Blanco
- 5 = Crema
- 7 = Amarillo
- 9 = Lavanda

**D21. Intensidad de tamaño de la mancha en los pétalos**

- 3 = Ausente
- 5 = Mancha pequeña
- 7 = Mancha mediana
- 9 = Mancha grande

**D22. Posición del estigma en relación a las anteras**

- 3 = Debajo
- 5 = Mismo nivel
- 7 = Encima

**D23. Color del polen**

- 3 = Crema
- 5 = Amarillo
- 7 = Amarillo oscuro

**D24. Dentado de las brácteas**

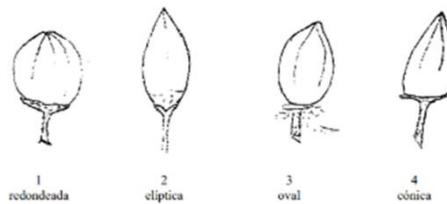
- 3 = Ligero
- 5 = Mediano
- 7 = Profundo

**D25. Tamaño de las brácteas**

- 3 = Pequeño
- 5 = Mediano
- 7 = Grande

**D26. Forma longitudinal de las capsulas (Figura 5)**

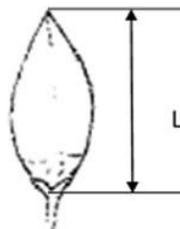
- 1 = Redondeada
- 2 = Elíptica
- 3 = Ovalada
- 4 = Cónica



*Figura 5. Forma longitudinal de las capsulas*

**D27. Largo de la capsula (cm)**

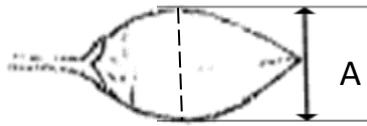
Se registrará la longitud desde la inserción las brácteas hasta el ápice de la capsula. Registro promedio de por lo menos 10 capsulas, utilizando el calibrador Vernier.



*Figura 6. Longitud de la capsula*

**D28. Ancho de la capsula (cm)**

Se realiza la medición del diámetro de la parte más ancha de la capsula, utilizando el calibrador Vernier. Registro promedio de al menos 10 capsulas.



*Figura 7. Diámetro de la capsula*

**D29. Relación largo/ancho de la capsula**

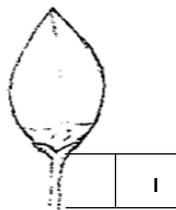
Comprende la relación aritmética del largo y el diámetro de la capsula.

**D30. Punteado de la superficie de la capsulas**

- 1 = Ausente
- 3 = Fina
- 5 = Media
- 7 = Rugosa

**D31. Longitud del pedúnculo de la capsula (cm)**

Se registrará la longitud del pedúnculo de la capsula desde la inserción de la rama hasta la inserción de la capsula.



*Figura 7. Diámetro de la capsula*

**D32. Prominencia de la punta de las capsulas**

- 3 = Débil
- 5 = Media
- 7 = Fuerte
- 9 = Muy fuerte



*Figura 8. Prominencia de la punta de las capsulas*

**D33. Número de locus por capsula**

Se contabilizará el total de lóculos que contiene cada capsula



**D34. Época de apertura (cuando el 50% de las plantas tienen al menos una cápsula abierta)**

1 = *Muy precoz*

3 = *Precoz*

5 = *Media*

7 = *Tardía*

9 = *Muy tardía*

**D35. Grado de apertura (madurez completa)**

1 = *Débil*

3 = *Media*

5 = *Fuerte*

**D36. Presencia de la borra en la semilla**

0 = *Ausencia*

1 = *Presencia*

**D37. Densidad de la borra en la semilla**

1 = *Desnuda*

3 = *Laxo*

5 = *Medio*

7 = *Denso*

**D38. Color de la borra**

1 = *Blanco*

2 = *Gris*

3 = *Verde claro*

4 = *Marrón claro*

**D39. Contenido de fibra en la capsula**

3 = *Poco*

5 = *Medio*

7 = *Alto*

**D40. Color de la fibra**

1 = *Blanco*

2 = *Beige*

3 = *Marrón*

**D41. Peso de la mota**

Se registrará el peso en gramos de 10 motas de algodón con semilla

**D42. Número de semillas por mota**

**D43. Largo de la semilla (cm)**

Se registrará la longitud desde la base hasta el ápice de la semilla. Registro promedio de por lo menos 10 semillas, utilizando el calibrador Vernier.

**D44. Diámetro de la semilla (cm)**

Se registrará diámetro más ancho de la semilla. Registro promedio de por lo menos 10 semillas, utilizando el calibrador Vernier.

**D45. Tamaño de la semilla**

3 = *Pequeña*

5 = *Mediana*

7 = *Grande*

**D46. Peso de 100 semillas (gr)**

Se registrará el peso de 100 semillas cosechadas de las capsulas de algodón

**D47. Color de la semilla**

3 = *Negra*

5 = *Marrón*

7 = *Marrón verdoso*

**Subactividad 2.2. Colecta de accesiones del género *Gossypium* spp. y conservación del banco de germoplasma de algodón en Ecuador**

**Responsable**

Dr. Ernesto Cañarte B. (Entomología EEP).

**Colaboradores:** Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico contratado FAO)

Ing. Goever Peña (Recurso Fitogenético EEP)

M.Sc. Bernardo Navarrete C. (Entomología EEP)

Dr. César Tápia (DENAREF-EESC)

Dr. Álvaro Monteros (DENAREF-EESC)

**Otros colaboradores**

M.Sc. David Suarez (FAO-Coordinador Nacional del proyecto +Algodón)

**Objetivos específicos**

Colectar germoplasma de especies silvestres de *Gossypium* sp. en varias provincias del Ecuador.

Incrementar el banco de germoplasma *ex situ* con la finalidad de seleccionar posibles materiales de alto rendimiento con diversas características.

Refrescar materiales de algodón conservados en el DENAREF del INIAP

**METODOLOGÍA**

**Ubicación**

Durante este 2020, sólo fue posible planificar y ejecutar dentro del Proyecto +Algodón, una salida de colecta de materiales de algodón silvestre, realizada en el mes de enero de 2020, en varios cantones rurales de la provincia de Manabí. A partir de esta fecha, debido entre otras circunstancias, a la pandemia por el COVID-19, no fueron posible

nuevas colectas. Esta subactividad, busca incrementar el banco de germoplasma de algodón (semilla) que reposa en el DENAREF-Quito, así como el banco de germoplasma *ex situ*, que mantiene la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, situada en la parroquia Colón del cantón Portoviejo-Manabí y localizada en 0565251 Sur, 9875872 Oeste y a una altitud de 58 msnm.

## Procedimiento

### Fuente de información

Para el presente plan de colecta del género *Gossypium* spp., se revisó la base de datos para la especie, del herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y se utilizó la metodología, según documento preparado por Monteros y Tapia (2018). La primera fuente de información a revisar para el proceso de prospección y colecta fueron los protocolos utilizados por el INIAP-DENAREF. En el caso específico de *Gossypium* spp. a partir de la información de herbario recopilada, se realizaron los viajes de prospección en puntos establecidos, utilizando los formatos de recolecta que están estandarizadas y usados comúnmente por el INIAP-DENAREF (Monteros-Altamirano *et al.*, 2018).

### Georreferenciación de puntos de colecta

Se estableció el punto, teniendo en cuenta el lugar donde se encontró la planta de algodón, que sirvió como georreferencia de ubicación. Para ello se utilizó el GPS, ajustado adecuadamente para una buena navegación, en posición UTM y datos de mapa WGS 84, en el sistema de coordenadas de grados, minutos y segundos, que permitieron marcar la latitud y longitud del punto marcado.

### Recolección de muestras de algodón nativo

Se realizaron las colectas de motas con semillas y muestras botánicas de las plantas de algodón, seleccionando individuos que presentaban de preferencia todas las estructuras de la planta (hoja, flor, bellota y mota). No obstante, es posible solamente encontrar plantas en flor o con mota, en el mejor de los casos se obtiene tanto la muestra botánica como de semilla o simplemente una de ellas.

### Colectas de muestras para herbario

Para este estudio se colectaron ejemplares por cada hallazgo, siempre y cuando la planta encontrada, contaba con estructuras florales y mota. Al ubicarse las plantas de algodón, se colectó manualmente con ayuda de una tijera de podar, seleccionando una porción que contenga las estructuras necesarias que, constituyan una buena colección. Es decir, sección de ramas terminales con sus órganos fundamentales (hojas, flores y en lo posible frutos inmaduros y maduros). A cada muestra se le asignó un código de colecta y posteriormente fueron trasladadas para su temporal conservación hasta el laboratorio de Entomología de la EEP del INIAP. A partir de esto, serán enviadas al DENAREF-Quito.

### Registro de Datos Pasaporte

Se realizaron las anotaciones pertinentes como lugar y fecha de colección, nombre del colector o colectores, referencia ecológica, fotografía de la arquitectura de la planta y sus diferentes estructuras. Adicionalmente se realiza una caracterización morfológica *insitu* (**Anexo 2**). Inmediatamente, se procedió al prensado de las estructuras de la planta para el herbario, utilizando dos tableros de madera de 35 x 45 cm, con papel imprenta, ajustado con dos correas.

## RESULTADOS

### Colecta

Durante este 2020, se logró coleccionar diez materiales del algodón silvestre (GPRS-41; GPRS-42; GPRS-43; GPRS-44; GPRS-45; GPRS-46; GPRS-47; GPRS-48; GPRS-49; GPRS-50; GPRS-51). Estas fueron realizadas en varias parroquias rurales de la provincia de Manabí, como consta en la **Tabla 19**.

**Tabla 19.** Referencias de fechas y lugares de colecta de materiales silvestres de *Gossypium* sp. realizadas en Manabí en el mes de enero de 2020.

Fecha	Lugares visitados
27/01/2020	Pichincha, Quiroga, Calceta
28/01/2020	Membrillal, Montecristi, Bajos de Montecristi
29/01/2020	Manta, San Lorenzo de Manta, Puerto Cayo, Puerto López, Jipijapa.
30/01/2020	Olmedo, 24 de Mayo, Santa Ana, Sancan, Ayacucho

### Banco de germoplasma

Durante este año, se concluyó la caracterización de la colección de algodón conformada de 36 accesiones y se realizó labores básicas de mantenimiento del banco, a través de la fertilización, deshierba, riegos complementarios y controles fitosanitarios.

Adicionalmente, una vez concluida la caracterización, se efectuó una poda drástica de las plantas de la colección y a partir de ahí se les dio una estructura, dejando entre dos y tres ramas. Los cortes realizados fueron protegidos con una pasta cúprica, para evitar problemas de enfermedades. Fue necesario tres riegos y la fertilización con concentraciones de macro y micronutrientes.

Como actividades a realizarse en el inicio del 2021 en la colección, se ha considerado realizar las respectivas pruebas de germinación e ingreso al DENAREF, de semilla de las 36 primeras accesiones del banco de germoplasma. En campo, se tiene previsto el establecimiento de los nuevos materiales colectados en 2020, así como hacer un refrescamiento del material semilla conservada en el DENAREF.

### CONCLUSIÓN

Aún faltan cubrir zonas potencialmente algodoneras en el país, entre ellas la zona norte de Manabí, por lo que se espera poder efectuar colectas durante el 2021, siempre que se cuente con el apoyo del Proyecto +Algodón.

### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Monteros-Altamirano, A; Tacán, M.; Peña, G.; Tapia, C.; Paredes, N.; LIMA, L. (2018). Guía para el manejo y conservación de recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea No. 432. Quito, Ecuador: INIAP-FAO.

**ANEXO 2**

**DESCRIPTORES UTILIZADOS PARA LA CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN PRELIMINAR *IN SITU* DE ALGODÓN (*Gossypium* spp.)**

**Características vegetativas**

**D1. Hábito de crecimiento**

- 3 = Postrado
- 5 = Compacto
- 7 = Erguido

**D3. Color del tallo**

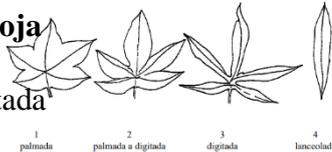
- 1 = Verde claro
- 2 = Verde
- 3 = Verde rojizo

**D5. Densidad del Follaje**

- 1 = Laxa
- 2 = Media
- 3 = Densa

**D7. Forma de la hoja**

- 1 = Palmada
- 2 = Palmada a digitada
- 3 = Digitada
- 4 = Lanceolada



**D9 Intensidad del color verde de la hoja**

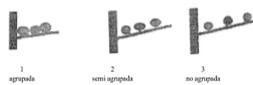
- 3 = Claro
- 5 = Medio
- 7 = Oscuro

**D11. Nectarios en hojas**

- 0 = ausencia
- 1 = Presencia

**D13. Tipo de floración**

- 0 = Agrupada
- 1 = Semi agrupada
- 2 = No agrupada



**D15. Color del polen**

- 3 = Crema
- 5 = Amarillo
- 7 = Amarillo oscuro

**D17. Dentado de la brácteas**

- 3 = Ligero
- 5 = Mediano
- 7 = Profundo

**D19. Tamaño de la capsulas**

- 3 = Pequeño
- 5 = Mediano
- 7 = Grande

**D2. Forma de la planta**

- 1 = Cilíndrica
- 2 = Cónica
- 3 = Globosa



**D4 Velloso del tallo**

- 1 = Glabra
- 2 = Vello cortos
- 3 = Vello largos

**D6. Tamaño de planta**

- 1 = Baja
- 3 = Media
- 5 = Alta

**D8. Tamaño de la hoja**

- 3 = Pequeño
- 5 = Mediano
- 7 = Grande

**D10 Pubescencia en el envés de la hoja**

- 3 = Ausente
- 5 = Moderada
- 7 = Fuerte

**D12. Densidad del follaje**

- 3 = Laxa
- 5 = Media
- 7 = Densa

**D14. Color del pétalo**

- 1 = Blanco
- 2 = Crema
- 3 = Amarillo
- 4 = Lavanda

**D16. Posición del estigma en relación a las anteras**

- 1 = Debajo
- 2 = Mismo nivel
- 3 = Encima

**D18. Tamaño de la brácteas**

- 3 = Pequeño
- 5 = Mediano
- 7 = Grande

**D20. Forma longitudinal de las capsulas**

- 1 = Redondeada
- 2 = Elíptica
- 3 = Ovalada



4 = Cónica

**D21. Punteado de la superficie de la capsulas**

- 1 = Ausente
- 3 = Fina
- 5 = Media
- 7 = Rugosa

**D23. Grado de apertura**

- 3 = Débil
- 5 = Media
- 7 = Fuerte

**D25. Longitud del pedúnculo de la capsula**

- 3 = Corto
- 5 = Mediano
- 7 = Largo

**D27. Finura de la fibra**

- 3 = Fina
- 5 = Media
- 7 = Gruesa

**D29. Presencia de borra en la semilla**

- 0 = Ausencia
- 1 = Presencia

**D31. Color de la borra**

- 1 = Blanco
- 2 = Gris
- 3 = Verde claro
- 4 = Marrón claro

**D22. Prominencia de la punta de las capsulas**

- 1 = Débil
- 2 = Media
- 3 = Fuerte



**D24. Contenido de fibra en la capsula**

- 3 = Poco
- 5 = Medio
- 7 = Alto

**D26. Longitud de la fibra**

- 1 = Muy corta
- 3 = Corta
- 5 = Media
- 7 = Larga
- 9 = Muy larga

**D28. Color de la fibra**

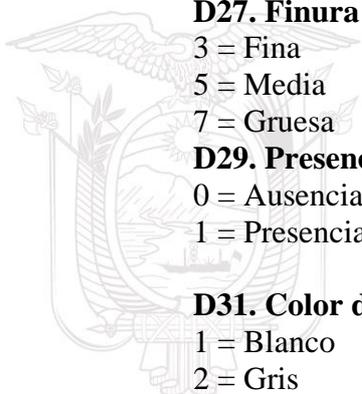
- 1 = Blanco
- 2 = Beige
- 3 = Marrón

**D30. Densidad de la borra en la semilla**

- 3 = Laxo
- 5 = Medio
- 7 = Denso

**D32. Tamaño de la semilla**

- 3 = Pequeña
- 5 = Mediana
- 7 = Grande



### **Actividad 3. Determinar el efecto de bioherbicidas para el control de malezas en algodón (*Gossypium hirsutum* L.)**

#### **Responsable**

Dr. Ernesto Cañarte Bermúdez (Responsable del DNPV-Entomología/Tutor de tesis de Maestría).

Ing. Ciro Eduardo Verduga Avellan (Estudiante de Maestría en Agronomía, Mención Producción Agrícola Sostenible de la Universidad Técnica de Manabí).

#### **Colaboradores:** Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología)

Ing. Ciro Eduardo Verduga Avellan (estudiante de Maestría-UTM)

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico FAO-INIAP)

#### **Otros colaboradores**

M.Sc. David Suarez (FAO-Coordinador Nacional del proyecto +Algodón)

Instituto de Postgrado UTM- Maestría en Agronomía, Mención Producción Agrícola Sostenible.

#### **Antecedentes**

El algodón *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae), es la principal fibra natural cultivada, representando el 40% del mercado mundial, sembrada en más de 100 países, con aproximadamente 31,3 millones de hectáreas en 2017. Destacan por su superficie India, China, Estados Unidos, Pakistán y Brasil, que aportan con el 80% de la producción (ICAC, 2017; FAO, 2018a), mientras que Australia y Egipto generan el algodón de mayor calidad (FIRA, 2017). Es altamente demandado por la industria textil que utiliza la fibra, así como la de alimentos, que aprovecha el alto contenido de aceite y proteínas de la semilla.

Ecuador presenta un déficit permanente de la producción nacional de algodón. Eventos económicos o climáticos “han llevado a la casi desaparición del cultivo en la provincia de Manabí” (FAO, 2018b). Según las estadísticas, la superficie pasó de 36000 ha en 1974 a 1800 ha en el 2016, con una producción aproximada de 5000 Tm a un costo de producción de 1425 dólares/ha, siendo la demanda local 20.000 Tm anuales de fibra (INIAP, 2018), importándose en el 2017 de Estados Unidos y Asia 14.853 Tm<sup>1</sup>.

Los productores de algodón ecuatoriano son definidos como agricultores familiares en transición hacia la diversificación, manteniendo áreas pequeñas de cultivo. El 80% son

<sup>1</sup>Diario El Comercio.com Presidente Ejecutivo de la Asociación de Industriales Textiles del Ecuador (21-07-2017).

hombres, siendo las mujeres requeridas durante la siembra y cosecha. Todas las labores del cultivo son realizadas manualmente, demandando una gran cantidad de mano de obra (FAO, 2018a). La problemática de la actividad se debe principalmente a la falta de semilla de variedades de alto rendimiento, manejo inadecuado del cultivo y bajos precios internacionales (MAG, 2018). Otros factores como el clima, luz, agua, suelo, densidad y problemas fitosanitarios, también causan pérdidas al productor (Agrobio, 2017)

El cultivo de algodón es altamente susceptible a la interferencia de malezas, que afectan el rendimiento y producción de algodón, incrementando los costos de control. El manejo inadecuado de las malezas, pueden causar pérdidas de hasta 86% de la productividad en este cultivo (Sión, 1992). Entre las malezas de mayor importancia se mencionan *Amaranthus* spp. (bledo), *Echinochloa colonum* (paja de poza), *Eleusine indica* (paja de burro), *Portulaca oleracea* (verdolaga), *Cynodon dactylon* (bermuda), *Cyperus rotundus* (coquito), *Ipomoea* spp. (bejuco), entre otras. La producción intensiva del algodón durante su establecimiento, favorece el desarrollo de malezas anuales y perennes, que compiten agresivamente en edad temprana con el cultivo, sea por agua, luz o nutrientes. Por lo que, las medidas del manejo integrado de las malezas, deben propiciar que el cultivo sea capaz de competir efectivamente con las plantas indeseables, durante el período crítico de competencia que varía de 4 a 10 semanas.

Una medida alternativa para el control racional de malezas, son los bioherbicidas. En este contexto, los provenientes de ácidos grasos, son capaces de matar cualquier planta que toquen y están formulados en base a aceites vegetales, que actúan por contacto de manera no selectiva (Aslani *et al.*, 1974). El ácido acético del vinagre es reportado como desecante para plantas de cobertura y herbicida natural para el control ciertas malezas en la producción de cultivos orgánicos (Coffman *et al.*, 2004), actúa por contacto, destruyendo la membrana celular, provocando un secamiento del tejido vegetal (Webbler y Shrefler, 2006), su modo de acción es no selectivo y se reporta efectividad en el control de malezas de hojas anchas y gramíneas (Webber *et al.*, 2009; Evans *et al.*, 2011). Adicionalmente, Evans *et al.* (2011), manifiestan que el vinagre en altas dosis y concentración, causa efectos pre-emergentes sobre malezas, inhibiendo en un 75% la germinación de estas plantas dañinas. Sin embargo, dependiendo de su uso puede también dañar al cultivo objetivo (Pujiswanto *et al.*, 2009). Según Montero (2014), el ácido acético es utilizado en la producción de cultivos orgánicos como herbicida de contacto, cuya acción sobre las plantas es similar al paraquat.

En el país existe la producción de vinagre (ácido acético) a base de diferentes fuentes, siendo la más común el guineo, además de la producción de aceites de piñón e higuera, los cuales reportan una actividad fitotóxica, que debe ser explorada como actividad herbicida en cultivos como algodón, que contribuya al sostenimiento de la agricultura orgánica. El algodón orgánico, es un mercado vigente, que precisa de alternativas sostenibles y sustentables, que haga uso adecuado de los recursos existentes para un manejo integrado de las malezas, reduciendo la dependencia de herbicidas sintéticos, para preservar el ambiente. Con estos antecedentes se plantea la presente investigación con los siguientes objetivos, que daría inicio a una línea de investigación en el proyecto +Algodón, esperando darle continuidad en los siguientes años.

### Objetivo general

Determinar la actividad bioherbicida del vinagre y aceites vegetales en el cultivo de algodón *Gossypium hirsutum* L.

### Objetivos específicos

Identificar las especies de malezas asociadas al cultivo de algodón.

Determinar el efecto de los bioherbicidas vinagre de guineo, aceite de piñón y aceite de higuierilla en tres concentraciones sobre las malezas presentes en el cultivo de algodón.

Establecer el grado de selectividad de las sustancias en estudio sobre los principales grupos de malezas en algodón.

Evaluar la fitotoxicidad de los bioherbicidas vinagre de guineo, aceite de piñón y aceite de higuierilla, en tres concentraciones sobre el cultivo de algodón.

Realizar un análisis económico de los tratamientos.

### METODOLOGÍA

El protocolo “Determinar el efecto de bioherbicidas para el control de malezas en algodón (*Gossypium hirsutum* L.)”, fue elaborado por el personal del DNPV-Entomología de la Estación Experimental Portoviejo, en apoyo con la estudiante de maestría Ciro Verduga (Estudiante de Maestría en Agronomía, Mención Producción Agrícola Sostenible de la Universidad Técnica de Manabí), aprobado por el Comité Técnico de la Estación, mediante Acta de Revisión del Comité Técnico N°016 y Acta de Aprobación N°16 de fecha 15 de octubre de 2019.

### Ubicación

El presente estudio se lo estableció en el periodo seco, en los meses de agosto/2019 a enero de 2020, en el lote Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana del Cantón Santa Ana provincia de Manabí, en las coordenadas geográficas 01°09'51" S y 80°23'24" O, a una altitud de 60 msnm. Con las condiciones edafoclimáticas (Temperatura 26,5°C; Precipitación 851,57 mm; Humedad Relativa 81% y Heliofanía 1604 horas sol), con topografía plana y suelo franco arcilloso.

### Factores en estudio

#### Factor A. Sustancias bioherbicidas

- 1 = Vinagre de guineo
- 2 = Aceite de piñón formulado
- 3 = Aceite de higuierilla formulado

#### Factor B. Dosis de sustancias bioherbicidas/ha

- 1 = 150 L ha<sup>-1</sup>
- 1 = 200 L ha<sup>-1</sup>
- 1 = 250 L ha<sup>-1</sup>

### Testigos

- 1. Químico: pre-emergente pendimentalina (4 L ha<sup>-1</sup>) + paraquat (4 L ha<sup>-1</sup>) y post-emergente haloxifop metil R (0,6 L ha<sup>-1</sup>)

2. Mecánico: Deshierbas manuales (tres deshierbas o más)
3. Absoluto: enmalezado todo el ciclo.

### Tratamientos

La combinación de los factores en estudio dio como resultado los siguientes tratamientos.

Trat.	Nomenclatura	Sustancia bioherbicida	Dosis (L ha <sup>-1</sup> ) y momento de aplicación		
			A la siembra	2 dds	20 dds
1	A1B1	Vinagre de guineo	30	60	60
2	A1B2	Vinagre de guineo	40	80	80
3	A1B3	Vinagre de guineo	50	100	100
4	A2B1	Aceite de piñón formulado	30	60	60
5	A2B2	Aceite de piñón formulado	40	80	80
6	A2B3	Aceite de piñón formulado	50	100	100
7	A3B1	Aceite de higuerilla formulado	30	60	60
8	A3B2	Aceite de higuerilla formulado	40	80	80
9	A3B3	Aceite de higuerilla formulado	50	100	100
10	Testigo 1	pendimentalina + paraquat aloxifop metil R	4 + 4		0,6
11	Testigo 2	Deshierbas manuales	Tres		
12	Testigo 3	Enmalezado todo el ciclo			

dds = días después de la siembra

### Unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada por parcelas de 30 m<sup>2</sup> (5 x 6m), con un área útil de 14,4 m<sup>2</sup>, donde se registraron todas las variables consideradas en este estudio.

### Características de las sustancias

**Vinagre de guineo:** es un producto químico de estado líquido miscible, con sabor agrio y se obtiene colocando el fruto de guineo a un proceso de fermentación espontánea en un recipiente con tapa. A los tres días debido a un proceso de acetificación, la masa flota en un líquido transparente que se cuela a través del lienzo limpio, obteniéndose el vinagre, que se conserva en envases bien tapados (Venegas 1988).

**Aceite de piñón formulado:** La planta de piñón *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae), contiene una variedad de fitoquímicos biológicamente activos, como proteínas, péptidos y diterpenos que exhiben un espectro de actividad biológica (Devappa *et al.*, 2010, 2011). Las semillas contienen fitoquímicos tóxicos llamados ésteres de forbol (PE) (Haas *et al.*, 2002). Durante la extracción mecánica de aceite de las semillas, 70-75% de los PE vienen con el aceite y el resto aún se conserva en la torta prensada, lo que hace que tanto la torta como el aceite, no sean comestibles (Makkar *et al.*, 2008, 2009). La semilla es además rica en aceite y proteína. También se han encontrado cantidades significativas de macrominerales (Na, K, Mg, Ca, P) y microminerales (Mn, Fe, Zn).



**Aceite de higuera formulado:** de las semillas de higuera *Ricinus communis* (Euphorbiaceae), se obtiene el aceite de ricino, que tiene varios usos. Este aceite viscoso, de color amarillo pálido, no volátil. Tiene una buena vida útil en comparación con otros aceites vegetales. Las semillas contienen 40 a 60% de aceite. El aceite es una mezcla de triglicéridos cuyo componente es el ácido ricinoleico (ácido 12-hidroxi-9-cis-octadecenoico) que se encuentra en un 80 a 90% del total de ácidos grasos; (Da Costa *et al.*, 2010). Es soluble en agua, termolábil y estable en un amplio rango de pH. La resina es una proteína altamente tóxica que daña los ribosomas e impide la síntesis de proteínas, lo que conlleva a la muerte celular. Se ha estimado que la dosis letal (DL) es de 1-20 mg ricina/kg de masa corporal (Aslani *et al.*, 2007).

**Diseño experimental**

El experimento se condujo con un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cuatro repeticiones.

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Total	(r+t+ee)	47
Repeticiones	r-1	3
Tratamientos	t-1	11
Error Experimental	(t -r-ti)	33

**Características del campo experimental**

Número de tratamientos	12
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimental	48
Número de surcos/ parcelas	5
Separación entre surcos	1 m
Distanciamiento entre plantas	0,3 m
Población de plantas/ha	33.333
Número de plantas/ surco	20
Área de la parcela (5 x 6m)	30 m <sup>2</sup>
Área útil de la parcela (3 x 4,8m)	14,4 m <sup>2</sup>
Separación entre parcela	2 m
Separación entre repeticiones	3 m
Área total del experimento (60 x 36m)	2.160 m <sup>2</sup>

**Análisis estadístico**

Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza simple. Para probar los efectos de los productos en estudio, se compararon las medias de los tratamientos a través del Test de Tukey (p=5%). Para los análisis se empleó el paquete Agricolae Mendiburu (2017) del Software estadístico R Studio (R Core Team, 2020).

**Manejo específico del experimento**

La preparación del suelo se realizó mecánicamente, mediante un pase de arado y dos pases de rastra, para luego surcar a un metro de separación. Se efectuó un análisis físico-químico del suelo y en base a esos resultados se aplicó el programa de fertilización adecuado a las necesidades del cultivo. La siembra se realizó el 05 de agosto de 2019, utilizando la variedad comercial de algodón Coker, con semilla artesanal producida en la campaña 2018. La siembra se efectuó de forma manual,



colocando tres semillas por sitio a un distanciamiento de 1m entre surcos por 0,30 m entre plantas, para luego de 15 días realizar el raleo a una planta por sitio, con lo que se obtuvo una población 33.333 plantas ha<sup>-1</sup>. Previo a la siembra, la semilla fue tratada con carboxin + captan (Vitavax) 3 g/kg de semilla y thiodicarb + imidacloprid (Semeprid) 25 mL/kg de semilla. Para el riego se empleó el sistema por gravedad, realizando los riegos en función del requerimiento y condiciones ambientales, logrando hasta el final concretar 10 riegos, que equivaldrían a aproximadamente 500 mm de agua hasta los 120 días después de la siembra (dds).

Por la naturaleza del experimento, no se realizaron aplicaciones generalizadas de herbicidas convencionales en el área experimental. El control de malezas se efectuó en función de los tratamientos programados. Se realizaron monitoreos permanentes de plagas, siendo necesario apenas realizar tres controles fitosanitarios a base de thiametoxam, cipermetrina, thiametoxam + lambda-cihalotrina. Debido a la interferencia de las malezas en función de los tratamientos con bioherbicidas, que limitó el crecimiento de las plantas de algodón, sólo fue necesario una aplicación inicial del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat (0,5 mL/L agua), a los 50 dds. Considerando al nitrógeno como el elemento faltante, se fertilizó con urea (45 kg ha<sup>-1</sup>) a los 15 dds y YaraMila® (158 kg ha<sup>-1</sup>) a los 45 dds. Finalmente, se efectuó un solo pase de cosecha, el 27 de enero de 2020 (172 dds), recolectando capullos limpios y en forma gradual a su madurez, usando para esto sacos de algodón y registrando en cada pase, el peso en kg/parcela, que luego es acumulado y transformarlo a kg ha<sup>-1</sup>.

### **Aplicación de tratamientos**

Con la finalidad de provocar la germinación y emergencia de las malezas en el área experimental, se dio un riego de pre-siembra con 10 días de anticipación. Transcurrido este tiempo, las malezas tenían entre 8 a 10 cm de altura. En estas condiciones se procedió a la siembra del experimento. Inmediatamente, se aplicaron todos los tratamientos en estudio. Esto es, los nueve tratamientos bioherbicidas; más el tratamiento químico donde se utilizó herbicida pre-emergente + post-emergente de contacto pendimentalina (4 L ha<sup>-1</sup>) + paraquat (4 L ha<sup>-1</sup>). El segundo testigo, se lo manejó mediante cuatro deshierbas manuales. Mientras el testigo absoluto (control), quedó a libre interferencia de las malezas. Dos días después de la siembra, se realizó una segunda aplicación de los tratamientos bioherbicidas, duplicando la dosis inicial y una tercera aplicación en post-emergencia a los 20 dds, en la misma dosis de la segunda aplicación, teniendo la precaución de utilizar una pantalla entre las líneas de siembra, para evitar efecto fitotóxicos al cultivo; mientras que, en el testigo químico convencional, a los mismos 20 dds, se aplicó en post-emergente haloxifop metil R (0,6 L ha<sup>-1</sup>). A partir de los 45 dds, todos los tratamientos con excepción del testigo absoluto, fueron deshierbados manualmente.

### **Levantamiento de la información**

#### **Variables de la eficacia de los bioherbicidas**

**Identificación y conteo de malezas prevalentes en el cultivo de algodón:** para determinar la población de malezas predominantes, se usó el método del marco de madera de 1,0 m x 1,0 m. Se realizaron dos lanzamientos aleatorios dentro del área útil de cada unidad experimental. Las plantas que quedaron en el interior del cuadrado fueron contabilizadas e identificadas. Para su identificación se utilizó claves

taxonómicas y literatura existente. Los promedios de estos tratamientos son expresados en plantas/m<sup>2</sup> de cada una de las especies de malezas identificadas (Labrada, 1992). Con esta información se elaboró un herbario.

**Efecto selectivo de los herbicidas sobre las malezas:** En cada parcela, utilizando el método de marco de madera antes descrito, se contabilizó y clasificó las malezas y su estado de afectación por efecto de los tratamientos. Esta evaluación se realizó 24h después de cada aplicación y posteriormente, con una frecuencia semanal hasta los 45 dds.

**Índice de Control de malezas:** Esta variable se registró diariamente durante los cinco días posteriores a cada aplicación, para ello se observó toda la parcela experimental y se aplicó, la escala propuesta por Alam (1974), que considera los siguientes parámetros descritos a continuación:

*Escala de Evaluación del índice de control de malezas propuesta por Alam (1974)<sup>2</sup>*

Índice	Denominación
0 - 40	Ninguno pobre
41 - 60	Regular
61 - 70	Suficiente
71- 80	Bueno
81 - 90	Muy bueno
91 - 100	Excelente

<sup>2</sup>ALAM, 1974. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas*. P. 6-12. *Resumen del panel sobre Métodos para la Evaluación de Ensayos en Control de Malezas en Latinoamérica. II Congreso de ALAM. Cali, Colombia.*

**Índice de Fitotoxicidad en las plantas del cultivo de algodón:** Para registrar esta variable se utilizó la misma frecuencia y metodología del punto anterior, aplicando la siguiente escala.

*Escala de toxicidad propuesta por el Consejo Europeo de Investigaciones de Malezas (E.W.R.C). Fuente: Francis (1972).*

Porcentaje de daño	Respuesta del cultivo	Valor de la escala
0	Sin reducción de crecimiento o daño	1
1,0 - 3,5	Débil decoloración, reducción o daño	2
3,5 - 7,0	Más severa, pero no perdurable	3
7,0 - 12,5	Moderada y más perdurable	4
12,5 - 20	Media y perdurable	5
20 - 30	Fuerte	6
30 - 50	Muy fuerte	7
50 - 99	Cultivo casi destruido	8

### VARIABLES AGRONÓMICAS Y PRODUCTIVAS

**Porcentaje de germinación:** a los 6 dds, se registró en cada unidad experimental el número total de plantas emergidas, con lo cual se calculó el porcentaje de germinación.

**Fecha de aparición del primer botón floral y 50% de plantas con botón floral:** Se anotó la fecha de aparición del primer botón floral en cada parcela, además de la fecha cuando el 50% de las plantas tenían el primer botón floral en la parcela.

**Altura de planta (cm):** esta variable se registró a los 35, 54, 68, 80, 98 y 108 dds. Para el efecto, se marcaron aleatoriamente 10 plantas en el área útil de cada unidad experimental. En cada planta se tomó la altura desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta.

**Diámetro del tallo (mm):** para el efecto se utilizó un “calibrador vernier”, tomándose en las 10 plantas marcadas, el diámetro del tallo a una altura de 10 cm desde la base del suelo. Este dato se registró en las mismas fechas antes citadas.

**número de hojas/planta:** a los 35, 54, 68, 80, 98 y 108 dds, se contabilizó en número de hojas presentes en las plantas marcadas.

**Longitud de entrenudos (cm):** en las mismas fechas mencionadas, se evaluó en las plantas marcadas, la longitud de entrenudos de los cinco brotes terminales de cada planta.

**Número de nudos del tallo y ramas productoras por planta:** a los 120 dds, se registró en las plantas marcadas, el número total de nudos del tallo y ramas productoras. Se consideró una rama productiva aquella que poseía al menos un capullo maduro, abierto, apto para la cosecha.

**Cierre del cultivo:** para determinar esta variable, se realizaron observaciones periódicas, estableciendo la fecha al cierre de calle cuando el entrecruzamiento con las ramas vecinas sobrepasó el 75%, cubriendo así el terreno.

**Número promedio de bellotas por planta:** en los días 68, 80, 98 y 108 dds, se contabilizó el número de bellotas presente en cada una de las plantas marcadas.

**Fecha de apertura del primer capullo:** se registró la fecha cuando se observó el primer capullo abierto en cada parcela y la fecha cuando el 50% de las plantas tenía el primer capullo abierto en la parcela.

**Rendimiento en kg/parcela y kg ha<sup>-1</sup>:** se realizó un solo pase de cosecha a los 172 dds. Los datos de kg/parcela fueron transformados a kg ha<sup>-1</sup>.

### VARIABLE FITOSANITARIA

**Incidencia de gusanos trozadores:** a los 8 dds, se registró en el área útil de cada parcela, el número total de plantas emergidas y número de plantas trozadas por acción

de insectos de los géneros *Agrotis* sp. y *Spodoptera* spp. determinándose con esta información el porcentaje de daño de estas plagas en algodón.

**Análisis económico**

Finalmente, se realizará un análisis económico de los tratamientos, mediante el cálculo de presupuesto parcial, usando la metodología del Cymmyt con cálculo del beneficio neto, costos variables y tasa de retorno marginal (CIMMYT, 1998).

**RESULTADOS**

Al cierre de este informe se presenta, apenas un avance de la descripción algunas de las variables registradas en este estudio, ya que las restantes, aún están en proceso de análisis. Este trabajo es requisito de graduación del estudiante *Ciro Verduga*, dentro del Maestría en Agronomía, Mención Producción Agrícola Sostenible de la Universidad Técnica de Manabí. El estudiante deberá defender su trabajo hasta abril del 2021.

**Altura de planta:** en esta variable (**Tabla 20**) se destacó el testigo manual, por tener plantas significativamente más altas que las plantas en parcelas tratadas con aceites y vinagres. Esto ocurrió hasta los 68 dds. En las evaluaciones de 80 y 98 dds el destaque fue del testigo químico, por tener plantas con alturas estadísticamente superiores a aquellas de las parcelas tratadas con bioherbicidas. En la evaluación final de los 108 dds no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos.

*Tabla 20. Valores promedio de altura de planta (cm) obtenida entre los tratamientos en el experimento de uso de bioherbicidas en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.*

Tratamientos	Periodo de evaluación					
	35 dds	54 dds	68 dds	80 dds	98 dds	108 dds
1. Vinagre de guineo D1	23.01 c	26.80 c	29.75 c	32.03 c	38.23 c	51.30
2. Vinagre de guineo D2	24.99 c	30.13c	32.79 bc	34.38 c	39.13 bc	50.49
3. Vinagre de guineo D3	25.40c	30.39 c	33.84 bc	35.95 c	42.20 bc	50.00
4. Aceite de Piñón D1	26.26 bc	30.89 bc	33.53 bc	35.98 c	42.31 bc	50.66
5. Aceite de Piñón D2	25.37 c	30.50 c	34.09 bc	36.40 c	40.81 bc	52.43
6. Aceite de Piñón D3	23.84 c	28.29 c	31.06 bc	31.79 c	37.35 c	50.69
7. Aceite de Higuierilla D1	24.69 c	29.68 c	32.25 bc	34.23c	41.06 bc	54.54
8. Aceite de Higuierilla D2	24.69 c	29.68 c	31.88bc	34.96 c	39.20 bc	48.92
9. Aceite de Higuierilla D3	24.45 c	29.18 c	32.18 bc	36.03 c	38.45 bc	44.65
10. Testigo químico	23.93 c	28.76 c	32.15 bc	55.33 a	58.65 a	59.88



11. Testigo manual	43.36 a	49.83 a	51.79 a	52.79 ab	53.54 ab	54.65
12. Testigo absoluto	33.96 b	40.35 ab	41.26ab	41.76 bc	47.34 abc	48.13
Tukey	7.72	9.82	11.03	11.85	15.2	ns
CV%	11.51	12.35	12.84	12.42	14.17	12.247

**Diámetro de tallo:** en la **Tabla 21**, se presentan los valores promedios del diámetro de tallo (cm). Se observa que las plantas en parcelas tratadas con deshierbas manuales, tuvieron diámetros de tallo significativamente mayores que los encontrados en parcelas tratadas con bioherbicidas y en el testigo absoluto en las evaluaciones a los 35, 54, 68, 80 y 98 dds. Por su parte, el testigo químico se diferenció de los aceites, vinagres y testigo absoluto a los 80, 98 y 108 dds.

**Tabla 21.** Valores promedio del diámetro del tallo (cm) obtenido entre los tratamientos en el experimento de uso de bioherbicidas en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	Periodo de evaluación					
	35 dds	54 dds	68 dds	80 dds	98 dds	108 dds
1. Vinagre de guineo D1	2.87 b	3.65 b	4.08 b	4.43 b	5.22 b	7.18bc
2. Vinagre de guineo D2	3.04 b	4.01 b	4.43 b	4.69 b	5.32 b	6.79 bc
3. Vinagre de guineo D3	2.87 b	3.61 b	4.28 b	4.68 b	5.73 b	7.03 bc
4. Aceite de Piñón D1	2.96 b	4 3.90 b	4.41 b	4.66 b	5.31 b	6.91 bc
5. Aceite de Piñón D2	3.22 b	4.02 b	4.70 b	4.85 b	5.46 b	7.35bc
6. Aceite de Piñón D3	2.67 b	3.58 b	3.94 b	4.16 b	4.96b	7.22 bc
7. Aceite de Higuierilla D1	3.05 b	3.943 b	4.37 b	4.55 b	5.50 b	7.35 bc
8. Aceite de Higuierilla D2	3.05 b	3.94 b	4.37 b	4.65 b	5.31 b	7.22 bc
9. Aceite de Higuierilla D3	2.85 b	3.68 b	4.07 b	4.76 b	5.28 b	5.95 c
10. Testigo químico	3.10 b	3.91 b	4.20b	8.24 a	9.47 a	10.09 a
11. Testigo manual	6.69 a	7.17a	7.52 a	7.90 a	8.17 a	8.52 ab
12. Testigo absoluto	2.77 b	2.97 b	4.28 b	5.53 b	6.40 b	7.25 bc
Tukey	1.17	1.44	1.73	1.51	1.71	2.14
CV%	14.5	14.43	15.32	11.57	11.49	11.64

**Número de hojas por planta:** como se aprecia en la **Tabla 22**, en las tres primeras fechas de evaluación (35, 54 y 68 dds), las plantas de algodón en parcelas con control manual de malezas, tuvieron un significativo mayor número de hojas que las plantas del

resto de tratamientos (bioherbicidas, testigo químico y absoluto). A partir de los 80 dds, son las plantas del testigo químico las que tuvieron un mayor número de hojas, siendo superiores a los bioherbicidas y testigo absoluto.

**Tabla 22.** Valores promedio del número de hojas por planta obtenido entre los tratamientos en el experimento de uso de bioherbicidas en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	Periodo de evaluación					
	35 dds	54 dds	68 dds	80 dds	98 dds	108 dds
1. Vinagre de guineo D1	6.78 b	10.05 b	11.13 b	13.05 c	19.35 c	27.48 bc
2. Vinagre de guineo D2	7.33 b	10.95 b	11.85 b	14.07 c	21.25 c	28.95 bc
3. Vinagre de guineo D3	6.63 b	10.53 b	12.28 b	14.70 c	20.80 c	28.03 bc
4. Aceite de Piñón D1	7.10 b	11.20 b	12.70 b	15.75 c	21.98 c	29.95 bc
5. Aceite de Piñón D2	7.40 b	10.43 b	11.50 b	3.78 c	20.93 c	29.70 bc
6. Aceite de Piñón D3	6.60 b	9.45 b	10.20 b	11.73 c	20.03 c	28.43 bc
7. Aceite de Higuierilla D1	7.85 b	10.20 b	11.63 b	13.05 c	22.98 bc	31.08 bc
8. Aceite de Higuierilla D2	7.85 b	10.20 b	11.33 b	15.03 c	21.65 c	32.15 bc
9. Aceite de Higuierilla D3	7.33 b	10.38 b	13.25 b	14.30 c	18.30 c	20.85 c
10. Testigo químico	7.63 b	11.03 b	14.00 b	39.53 a	46.88 a	51.28 a
11. Testigo manual	16.13 a	22.33 a	27.13 a	32.23 b	35.18 ab	39.35 ab
12. Testigo absoluto	5.63 b	127.65 b	12.00 b	14.63 c	18.08 c	26.80 bc
Tukey	4.77	6.35	6.18	7.28	12.72	15.15
CV%	24.42	22.84	18.78	16.62	21.40	19.57

**Número de entrenudos por planta:** en las cuatro primeras evaluaciones (35, 54, 68 y 80 dds), el testigo manual, se destacó por presentar plantas con un número significativamente mayor de entrenudos que las plantas de parcelas tratadas con bioherbicidas, testigo químico y testigo absoluto. A partir de la quinta evaluación, esto es a los 98 dds, es el testigo químico el que se diferencia de los aceites, vinagres y testigo absoluto, por alcanzar sus plantas, un significativo mayor número de entrenudos (**Tabla 23**).

**Tabla 23.** Valores promedio del número de entrenudos por planta obtenido entre los tratamientos en el experimento de uso de bioherbicidas en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	Periodo de evaluación					
	35 dds	54 dds	68 dds	80 dds	98 dds	108 dds

1. Vinagre de guineo D1	5.35 bc	5.95 b	7.13 b	8.25 b	10.05 c	13.10 ab
2. Vinagre de guineo D2	5.93 bc	6.80 b	7.75b	8.80 b	10.50 c	13.13 ab
3. Vinagre de guineo D3	5.48 bc	6.33 b	7.68 b	8.93 b	11.03bc	13.13 ab
4. Aceite de Piñón D1	6.15 b	7.05 b	8.43 b	9.70 b	11.08 bc	13.08 ab
5. Aceite de Piñón D2	5.68 bc	6.63 b	7.78 b	8.75 b	10.30 c	13.15 ab
6. Aceite de Piñón D3	5.58 bc	6.15 b	7.58 b	8.48 b	10.00 c	13.70 ab
7. Aceite de Higuierilla D1	5.75 bc	6.88 b	8.05 b	8.95 b	10.78 c	13.73 ab
8. Aceite de Higuierilla D2	5.75 bc	6.88 b	8.05 b	9.58 b	10.78 c	13.93 ab
9. Aceite de Higuierilla D3	6.08 bc	7.10 b	8.05 b	8.70 b	9.95 c	12.28 b
10. Testigo químico	6.03 bc	6.85 b	7.73 b	13.38 a	14.53 a	15.35 a
11. Testigo manual	9.850 a	10.83 a	12.08 a	12.50 a	13.03 ab	13.93 ab
12. Testigo absoluto	4.10 c	5.78 b	7.90 b	9.53 b	10.48 c	12.03 b
Tukey	2.00	2.09	2.16	2.27	2.13	2.59
CV%	13.5	12.18	10.63	9.5	7.77	7.81

**Número de ramas por planta:** en la **Tabla 24**, se observa que, el número de ramas por planta, fue estadísticamente superior en las plantas de las parcelas con el tratamiento de control manual de malezas, en comparación con el resto de los tratamientos hasta los 80 dds. A los 98 y 108 dds, el mejor tratamiento fue el testigo químico que fue superior al resto de los tratamientos.

**Tabla 24.** Valores promedio del número de ramas por planta obtenido entre los tratamientos en el experimento de uso de bioherbicidas en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	Periodo de evaluación					
	35 dds	54 dds	68 dds	80 dds	98 dds	108 dds
1. Vinagre de guineo D1	0.03 b	0.72 b	1.82 bc	2.65 b	3.60b	4.90 c
2. Vinagre de guineo D2	0.00 b	1.10 b	1.95 bc	2.80 b	3.43 b	4.48 c
3. Vinagre de guineo D3	0.00 b	0.95 b	2.13 bc	2.55 b	3.48 b	5.13 bc
4. Aceite de Piñón D1	0.00 b	1.00 b	1.55 bc	2.38 b	3.18 b	4.75 c
5. Aceite de Piñón D2	0.00b	0.98 b	1.93 bc	2.65 b	3.45 b	5.35 bc
6. Aceite de Piñón D3	0.15 b	0.50 b	1.33 bc	2.18 b	2.85 b	5.28 bc
7. Aceite de Higuierilla D1	0.03 b	0.78 b	1.65 bc	2.38 b	3.38 b	5.13 bc
8. Aceite de Higuierilla D2	0.03 b	0.78 b	1.65 bc	2.55 b	3.53 b	5.65 bc



9. Aceite de Higuierilla D3	0.00 b	1.10 b	1.45 bc	2.73 b	3.20 b	4.23 c
10. Testigo químico	0.03 b	1.20 b	2.73 b	6.65 a	8.45 a	9.38 a
11. Testigo manual	2.38 a	4.45 a	5.15 a	6.25 a	7.20 a	7.73 ab
12. Testigo absoluto	0.30 b	0.375 b	1.00 c	2.40 b	4.03 b	4.65 c
Tukey	0.52	1.33	1.72	1.92	2.25	2.82
CV%	87.02	46.33	34.25	24.32	21.87	20.44

**Longitud de entrenudos:** esta variable solo tuvo diferencias estadísticas en la última evaluación (109 dds). En esta fecha, las plantas de parcelas tratadas con aceite de higuierilla en la dosis 1, tuvieron un significativo mayor número de entrenudos que las plantas del testigo manual (**Tabla 25**).

**Tabla 25.** Valores promedio de la longitud de entrenudos por planta obtenido entre los tratamientos en el experimento de uso de bioherbicidas en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	Periodo de evaluación		
	80 dds	98 dds	108 dds
1. Vinagre de guineo D1	2.13	2.22	3.05 ab
2. Vinagre de guineo D2	2.08	2.12	2.71 abc
3. Vinagre de guineo D3	2.26	2.37	2.93 ab
4. Aceite de Piñón D1	2.32	2.3	2.66 abc
5. Aceite de Piñón D2	2.35	2.16	3.15 ab
6. Aceite de Piñón D3	1.96	1.99	2.90 ab
7. Aceite de Higuierilla D1	2.16	2.37	3.37 a
8. Aceite de Higuierilla D2	2.19	2.07	3.02 ab
9. Aceite de Higuierilla D3	2.26	2.02	2.66 abc
10. Testigo químico	2.58	2.40	2.25 bc
11. Testigo manual	2.09	1.97	1.70 c
12. Testigo absoluto	1.56	1.74	2.74 abc
Tukey	ns	ns	1.09
CV%	24.48	18.76	15.87

**Número de bellotas:** en las parcelas sometidas a control manual de malezas, las plantas mostraron un mayor número de bellotas que fue estadísticamente superior al resto de tratamientos en la evaluación a los 68 dds. En las siguientes fechas de evaluación (80, 98 y 108 dds), fue el testigo químico, que se destacó del resto, al presentar el mayor número de bellotas/planta, seguido del tratamiento con deshierba manual, ambos superiores al testigo absoluto y a los bioherbicidas (**Tabla 26**).

**Tabla 26.** Valores promedio del número de bellotas/planta obtenido entre los tratamientos en el experimento de uso de bioherbicidas en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	Periodo de evaluación			
	68 dds	80 dds	98 dds	108 dds
1. Vinagre de guineo D1	1.875 bcd	2.70 b	4.35 b	6.28 c
2. Vinagre de guineo D2	2.08 bc	3.05 b	4.00 b	5.48 c
3. Vinagre de guineo D3	2.3 b	2.83 b	3.85 b	7.48 bc

4. Aceite de Piñón D1	1.60 cde	2.43 b	3.60 b	6.42 c
5. Aceite de Piñón D2	2.10 bc	2.925 b	4.05 b	6.70 c
6. Aceite de Piñón D3	1.33 de	2.25 b	3.12 b	6.80 c
7. Aceite de Higuierilla D1	1.75 bcd	2.58 b	3.85. b	6.65 c
8. Aceite de Higuierilla D2	1.75 bcd	2.83 b	4.23 b	7.28 bc
9. Aceite de Higuierilla D3	1.83 bcd	2.83 b	3.60 b	5.13 c
10. Testigo químico	2.25 bc	11.70 a	14.55 a	16.30 a
11. Testigo manual	7.63 a	10.20 a	11.23 a	12.73 ab
12. Testigo absoluto	1.00 e	2.57 b	5.40 b	7.43 bc
Tukey	0.68	2.92	3.42	5.47
CV%	11.9	28.84	25.13	27.92

**Toxicidad:** en la **Tabla 27**, se muestra que las parcelas de los testigos químico, manual y absoluto no presentaron evidencias de toxicidad en ninguna de las aplicaciones. Por su parte, todos los bioherbicidas mostraron toxicidad, especialmente los tratamientos con aceite de piñón que, se diferenciaron estadísticamente de los testigos en la mayoría de evaluaciones. En la última evaluación a los 108 dds, no hubo diferencia estadística entre los tratamientos.

**Tabla 27.** Valores promedio del índice de toxicidad (E,W,R,C) obtenido entre los tratamientos en el experimento de uso de bioherbicidas en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	Fechas de evaluación					
	35 dds	54 dds	68 dds	80 dds	98 dds	108 dds
1. Vinagre de guineo D1	9.81 ab	5.46 ab	5.57 a	6.06 a	4.37 a	0.36
2. Vinagre de guineo D2	7.56 ab	5.45 ab	5.56 a	4.82 a	4.53 a	0.65
3. Vinagre de guineo D3	10.80a	6.01 a	4.99 ab	4.92 a	4.13 a	0.64
4. Aceite de Piñón D1	9.78 ab	5.99 a	5.76 a	5.023 a	3.78 a	0.92
5. Aceite de Piñón D2	9.73 ab	6.72 a	5.46 a	4.69 a	5.028 a	0.55
6. Aceite de Piñón D3	12.09 a	6.94 a	7.08 a	5.69 a	4.49 a	0.41
7. Aceite de Higuierilla D1	8.93 ab	6.18 a	7.41 a	5.36 a	4.07 a	0.40
8. Aceite de Higuierilla D2	8.95 ab	6.35 a	5.23 ab	4.72 a	4.25 a	0.63
9. Aceite de Higuierilla D3	9.43 ab	7.13 a	6.81 a	5.22 a	5.29 a	3.57
10. Testigo químico	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00
11. Testigo manual	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00
12. Testigo absoluto	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00
Tukey	10.59	5.48	5.41	2.25	3.32	ns
CV%	58.82	47.09	48.55	23.35	40.18	244.48

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Agrobio (2017). “Cultivos agrícolas que permiten controlar malezas”. Septiembre 13, 2017, de Agrobio México Sitio web: <http://www.agrobiomexico.org.mx/aplicaciones/>



ALAM. (1974). Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. P. 6 -12. Resumen del panel sobre Métodos para la Evaluación de Ensayos en Control de Malezas en Latinoamericana. II. Congreso de ALAM. Cali, Colombia.

Aslani, M., Maleki, M., Mohri, M., Sharifi, K., Najjar-Nezhad, V. y Afshari, E. (2007). Castor vean (*Ricinus Communis*) Toxicosis in a sheep flock. *Toxicon*, 49(3), 400-406. Doi: 10.1016/j.toxicon. 2006.10.010

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (1998). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Ed. (s.e). Programa de Economía. CIMMYT. México, DF 22p.

Coffman, C., Radhakrishnan, J., Teasdale, J. (2004). Vinagre de ervas daninhas gestão em milho e soja. *Anais da Ciência Weed Nordeste Societ*.

Comité Consultivo Internacional del Algodón (ICAC).(2017) Consultado 12-06-2018. Disponible en <http://www.asajesevilla.es/noticias/algodon/item/1092-la-superficie-mundial-de-algodon-alcanzara-31-3-millones-de-hectareas.html>

Da Costa, M., Plentz, S. y Meneghetti, M. (2010). Biodiesel production by athanolysis of mixed castor and soybean oils. *Fuel* 89(12), 3791-3794. Doi: 10.1016/j.fuel.2010.07.016

Devappa, R.K., Makkar, H.P.S, Becker, K., (2010). Nutritional, biochemical, and pharmaceutical potential of proteins and peptides from *Jatropha*: review. *J. Agric. Food Chem.* 58, 6543–6555.

Devappa, R.K., Makkar, H.P.S., Becker, K., (2011). *Jatropha diterpenes*—a Review. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 88, 301–322.

Evans, G., Bellinder, R., y Hahn, R. (2011). Integration of Vinegar for In-Row Weed Control in Transplanted Bell Pepper and Broccoli. *Weed Technology* 25: 459-465.

FIRA (2017). Panorama Agropecuario, Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Algodón 2017. 22p. Consultado 15 de oct. 2018. Disponible en: [https://documentop.com/algodon-2017-fira\\_5a0bef2d1723ddf4bef.html](https://documentop.com/algodon-2017-fira_5a0bef2d1723ddf4bef.html)

FRANS, R. (1972). Measuring plant responses. In: WILKINSON, R. Research Method in *Weed Science*. Souther Weed Sci. Soc. pp 27-41.

Haas, W., Strerk, H., Mittelbach, M., (2002). Novel 12-deoxy-16-hydroxyphorbol diesters isolates from the seed oil of *Jatropha curcas*. *J. Nat. Prod.* 65, 1434–1440.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (2018). Informe Técnico Anual del Proyecto + Algodón INIAP-FAO. Estación Experimental Portoviejo-INIAP. 133p.

Labrada R. (1992). Weed Management- a component of IPM. Proceedings, International Workshop "Weed Management of Asia and the Pacific Region", IAST (Taegu, Korea) FAO, Special supplement No.7 pp 5-14.

Makkar, H.P.S., Martinez Herrera, J., Becker, K., (2008). Variations in seed number per fruit, seed physical parameters and contents of oil, protein and phorbol ester in toxic and nontoxic genotypes of *Jatropha curcas*. *J. Plant Sci.* 3, 260–265.

Makkar, H.P.S., Maes, J., De Greyt, W., Becker, K., (2009). Removal and degradation of phorbol esters during pre-treatment and transesterification of *Jatropha curcas* oil. *J. Am. Oil Chem. Soc* 86, 173–181.

Mendiburu, F. (2017). Agricolae tutorial versión (1.2-8). 85 p. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/agricolae/vignettes/tutorial.pdf>

Montero, S. (2014). Utilização do vinagre triplo na dessecação de aveia preta em istema de plantio direto de milho orgânico. Minas Gerais, Brasil: Universidade Federal de Viçosa. <https://www.researchgate.net/publication/324164176> Estudio del impacto en el control natural de malezas a partir del vinagre

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (2018). Tosagua sobreviven los últimos algodoneiros. *El Comercio*. Ec. 21 08: Disponible en <https://www.elcomercio.com/actualidad/tosagua-ultimos-algodoneiros-eljuncal-ecuador.html>.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2018<sup>a</sup>). Curso de autoaprendizaje “Estrategias de fortalecimiento del sector algodoneiro para el desarrollo de la agricultura familiar”: Unidad 1. Tendencias y perspectivas regionales y globales del sector algodoneiro. 55 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2018b). El cultivo del algodón casi ha desaparecido en Ecuador. *La Hora*. Ec. 11 02: Disponible en: <https://lahora.com.ec/zamora/noticia/1102135010/el-cultivo-del-algodon-casi-ha-desaparecido-en-ecuador->

Pujisiswanto, H. et al. (2009). Effect of acetic acid as pre-plant herbicide on Maize germination. Pakistán: *ARNP Journal of Agricultural and Biological Science*. Diponible en: <https://www.researchgate.net/publication/324164176> Estudio del impacto en el control natural de malezas a partir del vinagre

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Sión, F. (1992). Manual del Cultivo del Algodón. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Portoviejo, Ecuador: INIAP Estación Experimental Portoviejo

Vanegas, N. (1988). Elaboración de vinagre de banano e identificación de bacterias acéticas. Tesis de pregrado. Doctora en bioquímica y farmacia. Cuenca, EC, Universidad de Cuenca. 86p. Recuperado a partir de:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/8100>

Webber III, C., y Shrefler, J. (2006). Vinegar as a burn-down herbicide: Acetic acid concentrations, application volumes, and adjuvants. 2005 Vegetable Weed Control Studies, Oklahoma State University, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Horticulture and Landscape Architecture. Stillwater, OK. 162: 29-30.

Webber III, C., Shrefler, J., Brandenberger, L., Taylor, M., Boydston, R. (2009). Organic herbicide update. In: Horticultural Industries Show, January 16-17. Ft. Smith, Arkansas. 237-239.

#### **Actividad 4. Respuesta de la variedad del algodón BRS-336 a varias densidades poblacionales de siembra**

### **METODOLOGÍA**

Esta actividad fue ejecutada como un estudio previo, para evaluar el comportamiento promisorio de la variedad de algodón BRS-336 a varias densidades poblacionales. La información sería utilizada como base para la construcción de un protocolo para el estudio de densidad poblacional del algodón en el periodo lluvioso de 2020.

#### **Ubicación**

El presente experimento, se lo estableció durante el periodo seco, en fecha 29 de octubre de 2019 hasta marzo de 2020, en el Lote “Teodomira” de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana-Manabí, ubicada geográficamente a 01°09’51” de Latitud sur y 80°23’24” de Longitud oeste, a una altitud de 60 msnm y bajo las siguientes características edafoclimáticas (temperatura 26,4 °C; precipitación 851,57 mm; humedad relativa 81%; heliofanía anual 1604 horas sol), topografía plana y suelo franco arcilloso.

#### **Factores en estudio**

##### **Factor A. Distanciamiento entre líneas (m)**

Distanciamiento 1: 0.8 m

Distanciamiento 2: 0.9 m

Distanciamiento 3: 1.0 m

##### **Factor B. Distanciamiento entre plantas (m)**

Distanciamiento 1: 0.30 m

Distanciamiento 2: 0.40 m

Distanciamiento 3: 0.50 m

#### **Tratamientos**

La combinación de los factores en estudio dio como resultado la obtención de nueve tratamientos, con tres repeticiones, dando un total de 27 unidades experimentales.



Tratamientos	Nomenclatura	Distanciamien to entre líneas (m)	Distanciamien to entre plantas (m)	Población (pl ha <sup>-1</sup> )
1	L1D1	0,80	0,30	41.666
2	L1D2	0,80	0,40	31.250
3	L1D3	0,80	0,50	25.000
4	L2D1	0,90	0,30	37.037
5	L2D2	0,90	0,40	27.777
6	L2D3	0,90	0,50	22.222
7	L3D1	1,00	0,30	33.333
8	L3D2	1,00	0,40	25.000
9	L3D3	1,00	0,50	20.000

### Características del campo experimental

Número de tratamientos:	9
Número de repeticiones:	3
Número de unidades experimentales:	27
Número de líneas/parcela:	5 (T1. =41.666 pl ha <sup>-1</sup> )
Separación entre líneas:	L1. = 0,8 m L2. = 0,9 m L3. = 1.0 m
Distanciamiento entre plantas:	D1. = 0,3 m D2. = 0,4 m D3. = 0,5 m
Número de sitios/línea:	D1. = 17 D2. = 13 D3. = 10
Separación entre parcela:	2,0 m
Separación entre repetición:	2,5 m
Área total de parcela:	L1. = 16 m <sup>2</sup> (3,2 m x 5 m) L2. = 18 m <sup>2</sup> (3,6 m x 5 m) L3. = 20 m <sup>2</sup> (4 m x 5 m)
Área útil de parcela:	L1. = 12 m <sup>2</sup> (2,4 m x 5 m) L2. = 13,5 m <sup>2</sup> (2,7 m x 5 m) L3. = 15 m <sup>2</sup> (3 m x 65m)
Área total del experimento:	1130 m <sup>2</sup> (56,5 m x 20 m)

### Diseño experimental y análisis de datos

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar en arreglo factorial A x B, con tres repeticiones. Las medias de separación fueron comparadas con la prueba de Tukey al 0,05.

F de V	GL
Total	26
Repeticiones	2

Factor A	2
Factor B	2
AxB	4
Error	16

### Análisis estadístico

Se analizó los datos mediante estadística paramétrica (Montgomery, 1984). Para la separación de medias, se aplicó la prueba de significación de Tukey (0,05). Además, se utilizó técnicas de la estadística descriptiva, que ayudaron a la interpretación de los resultados. Para los análisis se empleó el paquete Agricolae del Software estadístico R Studio.

### Manejo específico del experimento

**Material genético de siembra:** Se utilizó la variedad de algodón BRS-336 introducida por INIAP-Ecuador desde la EMBRAPA-Brasil en noviembre de 2018, que presenta las siguientes características: posee pilosidad en hojas y ramas, fibra de longitud media-larga, porte medio, alcanzando de 1,15 a 1,25 m de altura, utilizando reguladores de crecimiento. En altitudes próximas a los 700 msnm, el surgimiento de la primera flor ocurre de 60 a 65 días después de la emergencia (dde) de las plantas y la apertura de la primera bellota se produce entre 110 y 120 dde. La cosecha se realizaría a partir de los 170 a 180 dde. Se reporta un rendimiento de 3.851 kg/ha de algodón en rama, 1.527 kg/ha de algodón en fibra, siendo el porcentaje de fibra del 38-39,5%. Este material reporta resistencia a importantes enfermedades del algodón, así como a nematodos (EMBRAPA, 2011).

Se realizó la preparación mecanizada del terreno, mediante un pase de arado profundo, dos pases de rastra y un pase de cultivador tipo “rotavator”. Previo a la siembra, toda la semilla fue tratada con carboxin + captan (Vitavax) en dosis de 3 g/kg de semilla, además de thiodicarb + imidacloprid (Semeprid) en dosis de 25mL/kg de semilla. La siembra se realizó manualmente, requiriéndose aproximadamente entre 8 y 10 kg de semilla/ha. Se depositaron 3 semillas por sitio y a los 15 días después de la siembra (dds), se efectuó el raleo en la línea y en suelo húmedo, dejando una planta por sitio, con lo cual se obtuvieron las siguientes nueve densidades poblacionales: 41.666 pl ha<sup>-1</sup> (0,8 m x 0,3 m); 31.250 pl ha<sup>-1</sup> (0,8 m x 0,4 m); 25.000 pl ha<sup>-1</sup> (0,8 m x 0,5 m); 37.037 pl ha<sup>-1</sup> (0,9 m x 0,3 m); 27.777 pl ha<sup>-1</sup> (0,9 m x 0,4 m); 22.222 pl ha<sup>-1</sup> (0,9 m x 0,5 m); 33.333 pl ha<sup>-1</sup> (1 m x 0,3 m); 25.000 pl ha<sup>-1</sup> (1 m x 0,4 m); 20.000 pl ha<sup>-1</sup> (1 m x 0,5 m).

Para el control de malezas, inmediatamente después de la siembra se realizó la aplicación de herbicida de contacto, no selectivo (paraquat 10 mL/L agua), más el pre-emergente Herbilid (pendimentalina 10mL/L agua). Posteriormente, 24 dds se aplicó en post-emergencia un graminicida (Verdict 1.5 mL/L agua) + tres deshierbas con motoguadaña a los 28, 47, 102 dds. Fue necesario realizar siete riegos complementarios para cubrir la demanda del cultivo, utilizando el sistema de goteo. El programa de fertilización se basó en el análisis de suelo e involucró básicamente la aplicación de una mezcla de 37,02 kg ha<sup>-1</sup> de Urea+YaraMilla™ 162,62 kg ha<sup>-1</sup>), a los 15 y 45 dds.

El control de artrópodos-plaga, se realizó uniformemente en todo el experimento, efectuando monitoreo de las principales plagas asociadas al algodón. Con base en estos monitoreos, se aplicaron sustancias específicas de menor impacto a los enemigos

naturales, privilegiando biológicos, botánicos y organosintéticos de nueva generación y menor toxicidad. A los 16 dds se aplicó en “drench” el insecticida thiametoxam (1mL/L agua). Además, fue necesario efectuar varios controles fitosanitarios a los 16, 30, 34, 39, 46, 52, 63, 68, 71, 82, 93, 97 dds, utilizando en rotación sustancias como lambda cihalotrina + thiametoxam (1mL/L agua), abamectina (1,5 mL/L agua), cipermetrina (1,5 mL/L agua), neem (10 mL/L agua) + jabón líquido (1mL/L agua), Clorpirifos (1,5 mL/L agua), aceite de piñón (10 mL/L agua) + SILWET L-77 (0,5 mL/L agua) + jabón líquido (1 mL/L agua). También se realizó una aplicación de fungicida benomil (3g/L agua) a los 46 dds, para evitar hongos del suelo.

Considerando el crecimiento y desarrollo del cultivo, fue decidido realizar una sola aplicación de regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat (CM), a los 70 dds, utilizando 1.5 mL/L agua, con un gasto de 600 litros de agua.

Para iniciar con las actividades de cosecha se tomó en cuenta que el 50% del ensayo, en su totalidad, presenten capullos maduros y secos. No se recolectaron capullos inmaduros. Se efectuó un solo pase de cosecha a los 148 dds. Una vez concluida la cosecha, el material vegetal fue cortado y retirado del campo en un sitio no cultivable, donde se procedió a quemar, con la finalidad de destruir los sitios de cría o sobrevivencias de las plagas típicas del algodón, entre ellas la polilla.

#### **Levantamiento de la información**

Se realizaron evaluaciones semanales y quincenales de acuerdo a las variables agronómicas y productivas seleccionadas; así como también, la presencia de problemas fitosanitarios. Para ello fueron marcadas aleatoriamente cinco plantas en cada parcela, donde se registró la información, utilizando la siguiente metodología:

**Porcentaje de germinación:** a los 7 y 10 dds se registró el número de plantas emergidas en cada parcela, con lo cual se calculó el porcentaje de germinación del algodón.

**Altura de planta:** esta información levantada a los 41, 45, 50, 52, 58, 66, 74, 81, 98, 102, 109 dds. Para ello, se consideró la altura desde el cuello hasta el ápice de la planta, utilizando una regla graduada.

**Número de botones florales/planta:** se evaluó semanalmente, desde los 41 hasta los 109 dds, consideró que las parcelas tengan al menos una planta con botones florales formados.

**Número de flores/planta:** esta información se registró semanalmente desde los 52 hasta los 109 dds, en las mismas cinco plantas marcadas del área útil de cada parcela. Para ello, se consideró cuando las parcelas al menos tenían una planta con flores formadas.

**Evaluación del número de bellotas/planta:** la evaluación de esta variable se la inició a los 66 y se la registró semanalmente hasta los 125 dds, en las cinco plantas marcadas, considerando desde el momento que las parcelas al menos tenían una planta con bellotas formadas.

**Longitud de entrenudos (cm) por planta:** a los 77 y 99 dds se determinó la longitud (cm), de los cinco entrenudos terminales en las cinco plantas marcadas en el área útil de cada parcela.

**Número de ramas productivas por planta:** se contó el número de ramas productivas en las cinco plantas marcadas a los 78, 99 y 125 dds. Se consideró rama productiva a la que tenían al menos un capullo abierto, apto para la cosecha.

**Peso en kg/parcela y kg ha<sup>-1</sup>:** se registró el peso de algodón en rama en kg/parcela, que luego fue transformado a rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>.

Finalmente, se evaluó el estado fitosanitario del experimento. Para ello se registró la incidencia de gusanos trozadores a los 7 y 10 dds. Además, periódicamente se evaluaba la ocurrencia de otros problemas fitosanitarios con cuya información se decidía la intervención para su control.

## RESULTADOS

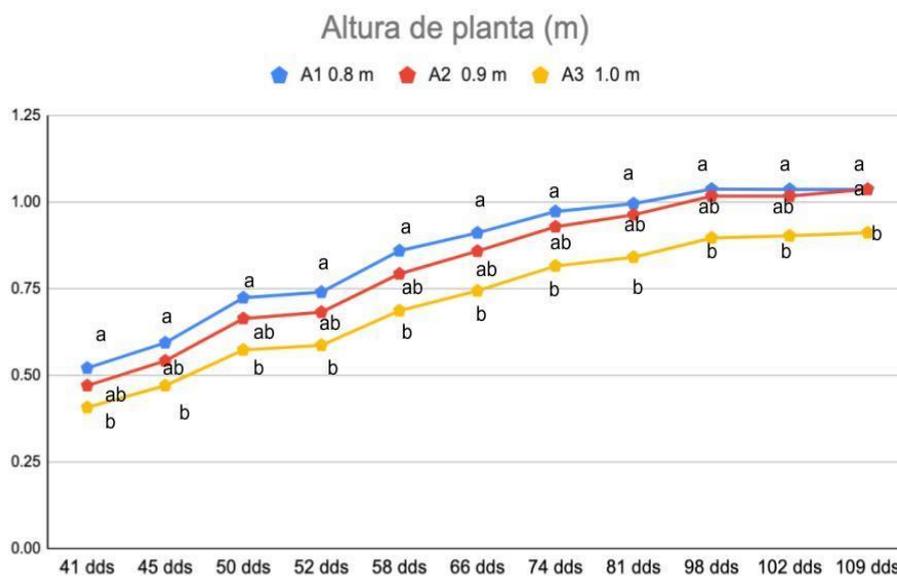
**Porcentaje de germinación:** no se registró diferencias estadísticas significativas en la variable porcentaje de germinación, entre los factores ni sus interacciones en estudio. No obstante, se puede mencionar que el mayor porcentaje de germinación se registró en el distanciamiento de 0,8 m entre líneas (44.84%), a los 10 dds (**Tabla 28**).

**Tabla 28.** Porcentaje de germinación registrado entre los factores de estudio en el experimento de densidad poblacional en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	% de germinación	
	7 dds	10 dds
<b>Distanciamiento entre líneas</b>		
A1. 0,8 m	41.45	44.84
A2. 0,9 m	40.28	42.25
A3. 1,0 m	40.02	42.11
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Distanciamiento entre plantas</b>		
B1. 0,3 m	39.07	42.21
B2. 0,4 m	41.79	43.21
B3. 0,5 m	40.89	43.78
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
CV%	7.72	8.94

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).  
dds = días después de la siembra

**Altura de planta:** la variable altura de planta (m) fue influenciada significativamente por el factor distanciamiento entre línea, en las 11 evaluaciones realizadas. Se determinó que, en cada fecha de medición, las plantas sometidas a una separación de líneas de 0,8 m entre línea, fueron significativamente más altas que las plantas separadas a 1,0 m. No hubo influencia del factor separación entre plantas, ni en las interacciones entre factores (**Figura 29**).



**Tabla 29.** Altura de planta (m) registrada en el factor distanciamiento entre línea en el experimento de densidad poblacional en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Número de botones florales/planta:** cuando se analizó esta variable, se demostró influencia significativa para los dos factores en estudio, no obstante, no hubo interacciones entre los niveles de los mismos. Las parcelas con líneas separadas a 0,8 m, registraron mayor número de botones/planta, a los 50, 66 y 81 dds, en comparación con la separación de 1.0 m entre línea. Cuando se analizó la sumatoria de botones de las seis evaluaciones realizadas, se observó que el número total de botones encontrado en el distanciamiento entre líneas de 1m (71,82), fue significativamente inferior a los otros distanciamientos evaluados. En el factor distancia entre plantas, se observó un mayor número de bellotas en la separación de 0,5 m, en relación con la separación de 0.4 m. Esta diferencia fue significativa en las evaluaciones realizadas a los 66 y 98 dds, así como en la sumatoria total de las evaluaciones, donde este tratamiento alcanzó el mayor valor con 84,20 botones florales/planta (**Tabla 29**).

**Tabla 29.** Número promedio de botones florales/planta registrado entre los factores de estudio en el experimento de densidad poblacional en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	Nro. promedio de botones florales/planta						
	41 dds	50 dds	66 dds	81 dds	98 dds	109 dds	TOTAL
<b>Distanciamiento entre líneas</b>							
A1. 0,8 m	5.96	17.60 a	25.33 a	19.93 a	5.36	6.38 b	80.56 a
A2. 0,9 m	5.84	15.04	24.51	19.87 a	5.80	8.36 a	79.42 a
A3. 1,0 m	4.87	12	22.42 b	16.87 a	5.58	10.09 a	71.82 b
<i>P</i>	<i>ns</i>	3.22	2.69	3.13	<i>ns</i>	1.86	7.31



<b>Distanciamiento entre plantas</b>							
B1. 0,3 m	5.60	15.07	22.98 b	17.84 a	5.22 ab	8.51	75.22 b
B2. 0,4 m	5.56	14.07	22.60 b	17.98 a	4.67 b	7.51	72.38 b
B3. 0,5 m	5.51	15.51	26.69 a	20.84 a	6.84 a	8.80	84.20 a
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	2.69	3.13	1.96	<i>ns</i>	7.31
CV	22.54	17.81	9.18	13.62	28.93	18.44	7.78

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).  
 dds = días después de la siembra

**Número de flores/planta:** para esta variable, el factor distanciamiento entre líneas, influyó estadísticamente en las evaluaciones realizadas a los 58 y 66 dds, destacándose el distanciamiento de 0,8 m entre líneas, al presentar mayor número de flores/planta, superior significativamente a los valores reportados en el distanciamiento de 1 m entre línea de siembra. Sin embargo, esta superioridad significativa, no se reflejó en el acumulado total, donde al menos numéricamente el distanciamiento de 1 m entre línea de siembra, tuvo el valor más bajo de flores/planta. En el factor distancia entre plantas (m), en las evaluaciones a los 74 y 81 dds, se presentó un número significativamente mayor de flores en las plantas separadas a 0,5 m, en comparación con aquellas plantas separadas a 0,3 m. Estas diferencias, se confirmaron en el acumulado total de flores/planta, donde las plantas con distanciamiento de 0,5 m tuvieron significativamente, el mayor número de flores en comparación con el distanciamiento de 0,4 m. No se registraron interacciones entre los niveles de los factores en estudio (**Tabla 30**).

**Número de bellotas/planta:** En la primera fecha de registro el número de bellotas por planta fue estadísticamente inferior en las parcelas con líneas separadas a 1 m, en comparación con las parcelas con líneas separadas a 0,8 y 0,9 m. En el resto de evaluaciones no se registraron diferencias estadísticas entre los niveles de este factor (**Figura 30A**). En el caso de los distanciamientos entre plantas, hubo diferencias significativas en la evaluación realizadas a los 109 días, donde el distanciamiento de 0,5 m entre plantas presentó el mayor número de bellotas en comparación con los otros dos distanciamientos entre plantas probados en este estudio (0,3 y 0,4 m) (**Figura 30B**).

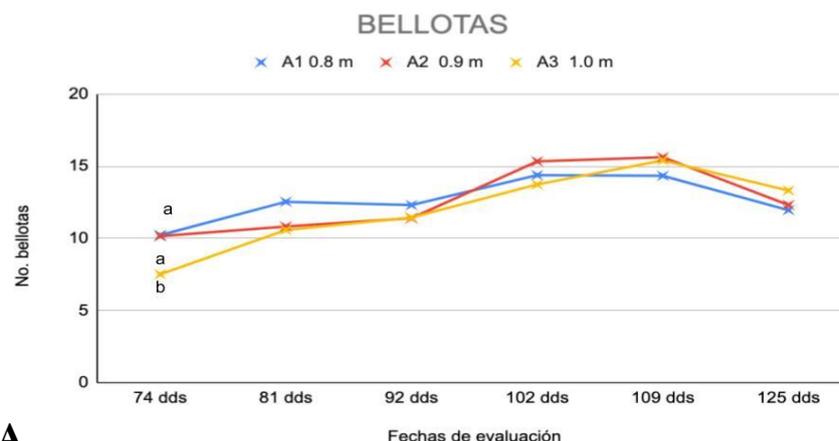
**Tabla 30.** Número promedio de flores/planta registrado entre los factores de estudio en el experimento de densidad poblacional en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	Número promedio de flores por planta							
	52 dds	58 dds	66 dds	74 dds	81 dds	98 dds	109 dds	Total
<b>Distanciamiento entre líneas</b>								
A1. 0,8 m	0.27	3.18 a	5.07 a	3.42	3.44	1.36	0	16.73
A2. 0,9 m	0.18	3.02 ab	4.42 ab	3.02	3.02	1.91	0.07	15.64
A3. 1,0 m	0.07	2.07 b	3.53 b	2.53	3.11	1.93	0.76	14
<i>P</i>	<i>ns</i>	0.98	1.39	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Distanciamiento entre plantas</b>								
B1. 0,3 m	0.13	2.71	4.62	2.42 b	2.56 b	1.78	0.36	14.58 ab

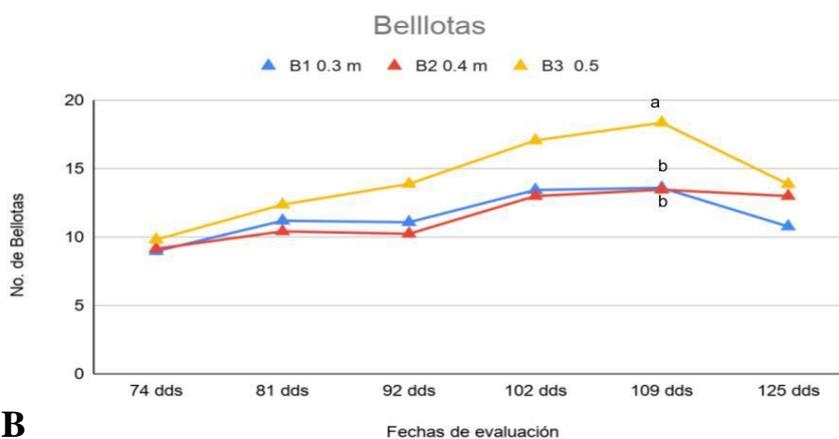
B2. 0,4 m	0.22	2.73	4.18	2.78	3.04	1.18	0.2	14.33 b
				ab	ab			
B3. 0,5 m	0.16	2.82	4.22	3.78 a	3.98 a	2.24	0.27	17.47 a
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	1.17	0.95	<i>ns</i>	<i>ns</i>	2.96
<i>CV</i>	148.79	29.11	26.28	32.01	24.59	55.84	251.71	15.78

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

dds = días después de la siembra



A



B

**Tabla 30.** Número de bellotas/planta registrada entre los factores de estudio en el experimento de densidad poblacional en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Número de ramas productivas/planta:** en la variable número de ramas productivas/planta, solo se detectaron diferencias significativas para el factor distanciamiento entre plantas a los 99 dds. Fue observado un mayor número de ramas (13,07), en la separación de 0,5 m entre plantas, en comparación con plantas separadas a 0,4 m que, tuvo 10,83 ramas/planta. No se registraron interacciones (**Tabla 31**).

**Tabla 31.** Número promedio de ramas productivas/planta registrado entre los factores de estudio en el experimento de densidad poblacional en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	Número promedio de ramas productivas
--------------	--------------------------------------

	77 dds	99 dds
<b>Distanciamiento entre líneas</b>		
A1. 0,8 m	11.68	12.33
A2. 0,9 m	11.37	11.93
A3. 1,0 m	10.44	11.27
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Distanciamiento entre plantas</b>		
B1. 0,3 m	11.06	11.62 ab
B2. 0,4 m	10.86	10.83 b
B3. 0,5 m	11.56	13.07 a
<i>P</i>	<i>ns</i>	2.14
CV%	9.21	14.83

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).  
 dds = días después de la siembra

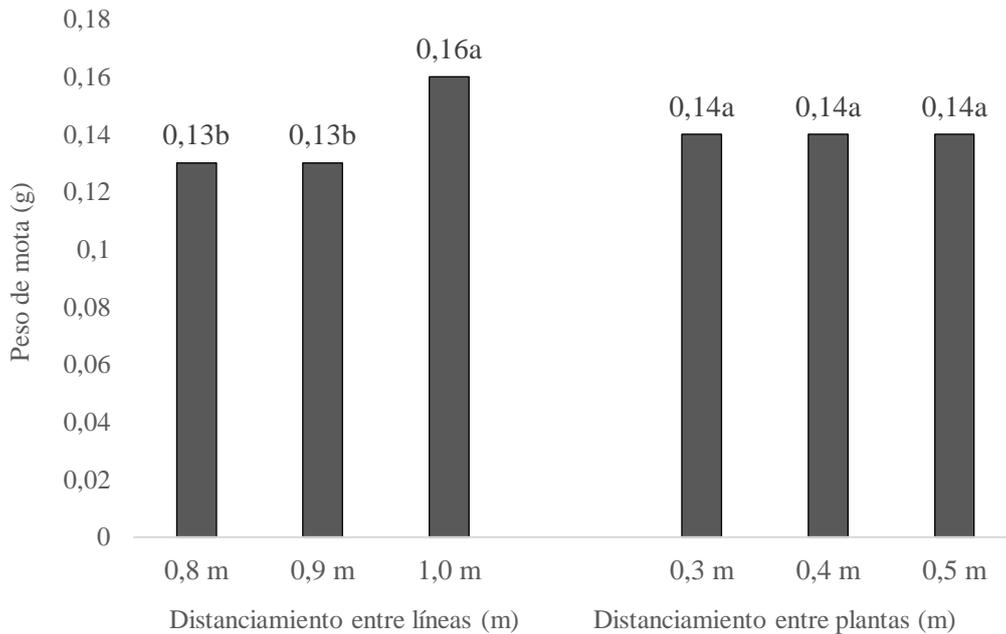
**Longitud de entrenudos:** la variable longitud de entrenudos (cm) no fue influenciada significativamente por los factores en estudio. Numéricamente se encontraron entrenudos más largos en plantas separadas 0,3m a los 77 dds (**Tabla 32**).

**Tabla 32.** Longitud promedio de entrenudos/planta registrado entre los factores de estudio en el experimento de densidad poblacional en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	Número promedio de longitud de entrenudos	
	77 dds	99 dds
<b>Distanciamiento entre líneas</b>		
A1. 0,8 m	5.16	3.71
A2. 0,9 m	5.14	3.41
A3. 1,0 m	4.66	3.42
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Distanciamiento entre plantas</b>		
B1. 0,3 m	5.27	3.47
B2. 0,4 m	4.81	3.6
B3. 0,5 m	4.87	3.47
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
CV	13.43	11.63

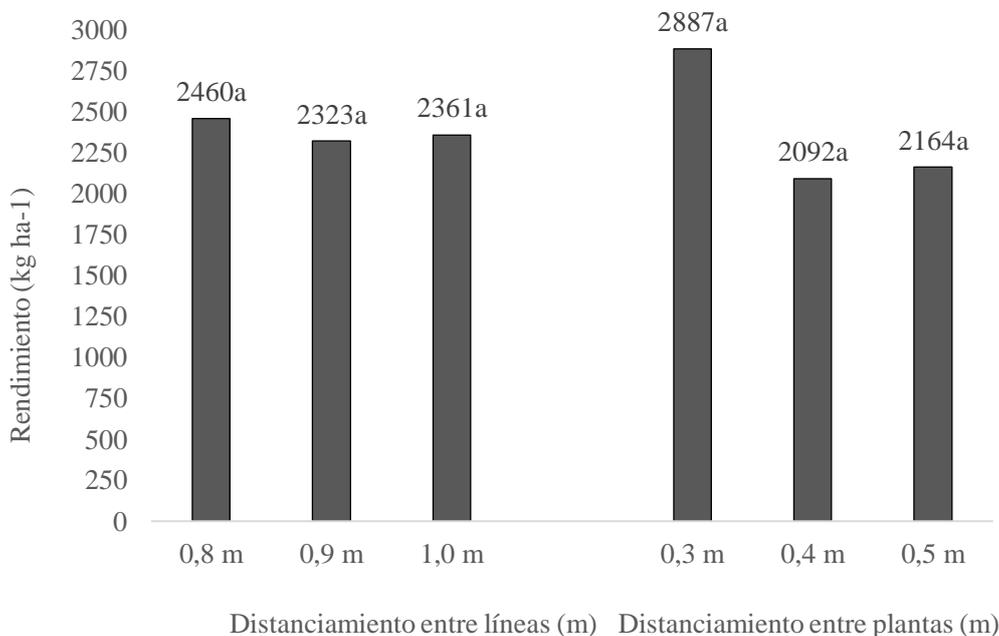
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).  
 dds = días después de la siembra

**Peso de mota (g):** fue demostrado la influencia estadística significativa del factor distanciamiento de siembra entre líneas (m), sobre el peso de motas de algodón. Se observó un mayor peso de motas (g) en plantas sembradas a un distanciamiento de 1,0 m entre líneas. Mientras que para el factor distanciamiento entre plantas y sus interacciones, no fue reportado diferencias estadísticas (**Figura 31**).



**Tabla 31.** Valores promedio del peso de mota (g) registrados entre los factores de estudio en el experimento de densidad poblacional en algodón. Teodomira-Santa Ana. 2019-2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Rendimiento de algodón en rama ( $\text{kg ha}^{-1}$ ):** el análisis estadístico no estableció diferencias estadísticas significativas, sobre el rendimiento de algodón en rama para ninguno de los factores y sus interacciones. Sin embargo, se obtuvo numéricamente, mayor rendimiento en parcelas con un distanciamiento de 0,8 m entre línea de siembra ( $2460 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y 0,3 m de separación entre plantas, con el que se obtuvo, un rendimiento de algodón en rama de  $2887 \text{ kg ha}^{-1}$  (**Figura 32**).



**Tabla 32.** Rendimiento promedio de algodón en rama ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) registrado entre los factores de estudio en el experimento de densidad poblacional en algodón. Teodomira-

*Santa Ana.2019-2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Porcentaje de plantas trozadas:** el daño ocasionado por insectos del suelo, fue influenciado por los factores en estudio. Para el factor distanciamiento entre líneas, se determinó el menor porcentaje de plantas trozadas a los 7 dds, en el distanciamiento de 0,8 m entre líneas, diferente significativamente del distanciamiento de 1,0 m, que alcanzó el promedio más alto. En el factor distanciamiento entre plantas, se destacó significativamente el tratamiento con una separación de 0,3 m entre plantas, al presentar el menor porcentaje de daño de insectos trozadores, a los 10 dds, diferente al distanciamiento de 0,5 m entre plantas, que reportó el más alto valor (**Tabla 33**). No se registraron interacciones.

**Tabla 33.** *Porcentaje promedio de plantas trozadas/parcela registrado entre los factores de estudio en el experimento de densidad poblacional en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.*

Tratamientos	% de plantas trozadas	
	7 dds	10 dds
<b>Distanciamiento entre líneas</b>		
A1. 0,8 m	0.56 b	0.82
A2. 0,9 m	1.32 ab	1.17
A3. 1,0 m	1.44 a	1.17
<i>P</i>	0.86	ns
<b>Distanciamiento entre plantas</b>		
B1. 0,3 m	0.82	0.75 b
B2. 0,4 m	1.07	1.03 ab
B3. 0,5 m	1.44	1.39 a
<i>P</i>	ns	0.64
CV%	63.7	50.86

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).  
dds = días después de la siembra*

## Actividad 5. Determinación de la época y dosis apropiada del regulador de crecimiento (Cloruro de Mepiquat) en algodón

### METODOLOGÍA

Esta actividad fue ejecutada como un estudio previo, para evaluar preliminarmente la respuesta de la variedad de algodón BRS-336 a varias frecuencias y dosis de aplicación del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat (CM). La información sería utilizada como base para la construcción de un protocolo para el estudio de densidad poblacional del algodón en el periodo lluvioso de 2020.

### Ubicación

El presente experimento, se lo estableció durante el periodo seco, en fecha 29 de octubre de 2019 hasta marzo de 2020, en el Lote “Teodomira” de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana-Manabí, ubicada geográficamente a 01°09’51” de Latitud sur y 80°23’24” de Longitud oeste, a una altitud de 60 msnm y bajo las siguientes características edafoclimáticas (temperatura 26,4 °C; precipitación 851,57 mm; humedad relativa 81%; heliofanía anual 1604 horas sol), topografía plana y suelo franco arcilloso.

### Factores en estudio

#### Factor A. Época de inicio de aplicación del regulador (dds)

Época 1: 41 dds

Época 2: 46 dds

Época 3: 51 dds

#### Factor B. Dosis de aplicación del regulador

Dosis 1: 1,5; 2 y 2,5 mL/L agua

Dosis 2: 2; 2,5 y 3,0 mL/L agua

Dosis 3: 2,5; 3,0 y 3,5 mL/L agua

### Tratamientos

La combinación de los factores en estudio dio como resultado la obtención de nueve tratamientos con tres repeticiones, dando un total de 27 parcelas experimentales.

Tratamientos	Nomenclatura	Época de INICIO aplicación del regulador (CM) (dds)	Dosis de aplicación del regulador (CM) (mL/L)
1	E1D1	41	1.5
2	E1D2	41	2
3	E1D3	41	2.5
4	E2D1	46	2
5	E2D2	46	2.5

6	E2D3	46	3
7	E3D1	51	2.5
8	E3D2	51	3
9	E3D3	51	3.5

*dds = días después de la siembra*

### Unidad experimental

Parcelas experimentales de 18 m<sup>2</sup>, donde se registraron las variables de este estudio.

### Características del campo experimental

Número de tratamientos:	9
Número de repeticiones:	3
Número de unidades experimentales:	27
Número de surcos/parcela:	5 (37.037 pl./ha)
Separación entre líneas:	0,9 m
Distanciamiento entre plantas:	0,3 m
Número de sitios/línea:	17
Separación entre parcela:	1 m
Separación entre repetición:	2,5 m
Área total de parcela:	18 m <sup>2</sup> (3,6 m x 5 m)
Área útil de parcela:	9 m <sup>2</sup> (1,8 m x 5 m)
Área total del experimento:	808 m <sup>2</sup> (40,4 m x m)

### Diseño experimental y análisis de datos.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar en arreglo factorial A x B, con tres repeticiones. Las medias de separación fueron comparadas con la prueba de Tukey al 0,05.

F de V	GL
Total	26
Repeticiones	2
Factor A	2
Factor B	2
AxB	4
Error	16

### Análisis estadístico

Se analizaron los datos mediante estadística paramétrica (Montgomery, 1984). Para la separación de medias, se aplicó la prueba de significación de Tukey (0,05). Además, se utilizó técnicas de la estadística descriptiva, que ayudaron a la interpretación de los resultados. Para los análisis se empleó el paquete Agricolae del Software estadístico R Studio (R Core Team, 2020).

### Manejo específico del experimento

**Material genético de siembra:** Se utilizó la variedad de algodón BRS-336 introducida por INIAP-Ecuador, desde la EMBRAPA-Brasil en noviembre de 2018. Presenta las siguientes características: posee pilosidad en hojas y ramas, fibra de longitud media-larga, porte medio, alcanzando de 1,15 a 1,25 m de altura, utilizando reguladores de

crecimiento. En altitudes próximas a los 700 msnm, el surgimiento de la primera flor ocurre de 60 a 65 días después de la emergencia (dde) de las plantas y la apertura de la primera bellota se produce 110 y 120 dde. La cosecha se realizaría a los 170 a 180 dde. Se reporta un rendimiento de 3.851 kg ha<sup>-1</sup> de algodón en rama, 1.527 kg ha<sup>-1</sup> de algodón en fibra, siendo el porcentaje de fibra del 38-39,5%. Este material reporta resistencia a importantes enfermedades del algodón, así como a nematodos (EMBRAPA, 2011).

Se realizó la preparación mecanizada del terreno, mediante un pase de arado profundo, dos pases de rastra y un pase de cultivador tipo “rotavator”. Previo a la siembra, toda la semilla fue tratada con carboxin + captan (Vitavax) en dosis de 3 g/kg de semilla, además de thiodicarb + imidacloprid (Semeprid) en dosis de 25mL/kg de semilla. La siembra se realizó manualmente, utilizando el distanciamiento de 0,9 m entre línea por 0,3 m entre plantas (37.037 pl ha<sup>-1</sup>). Se requiriéndose aproximadamente 8 kg de semilla/ha. Se depositaron 3 semillas por sitio y a los 15 días después de la siembra (dds), se efectuó el raleo en la línea y en suelo húmedo, dejando una planta por sitio, con lo cual se obtuvo la población esperada.

Para el control de malezas, inmediatamente después de la siembra se realizó la aplicación de herbicida de contacto, no selectivo (paraquat 10 mL/L agua), más el pre-emergente Herbilid (pendimentalina 10mL/L agua). Posteriormente, 24 dds se aplicó en post-emergencia un graminicida (Verdict 1.5 mL/L agua) + tres deshierbas con motoguadaña a los 28, 47, 102 dds. Fue necesario realizar siete riegos complementarios para cubrir la demanda del cultivo, utilizando el sistema de goteo. El programa de fertilización se basó en el análisis de suelo e involucró básicamente la aplicación de una mezcla de 37,02 kg ha<sup>-1</sup> de Urea+YaraMilla™ 162,62 kg ha<sup>-1</sup>), a los 15 y 45 dds.

El control de artrópodos-plaga, se realizó uniformemente en todo el experimento, efectuando monitoreo de las principales plagas asociadas al algodón. Con base en estos monitoreos, se aplicaron sustancias específicas de menor impacto a los enemigos naturales, privilegiando biológicos, botánicos y organosintéticos de nueva generación y menor toxicidad. A los 16 dds se aplicó en “drench” el insecticida thiametoxam (1mL/L agua). Además, fue necesario efectuar varios controles fitosanitarios a los 16, 30, 34, 39, 46, 52, 63, 68, 71, 82, 93, 97 dds, utilizando en rotación sustancias como lambda cihalotrina + thiametoxam (1mL/L agua), abamectina (1,5 mL/L agua), cipermetrina (1,5 mL/L agua), neem (10 mL/L agua) + jabón líquido (1mL/L agua), Clorpirifos (1,5 mL/L agua), aceite de piñón (10 mL/L agua) + SILWET L-77 (0,5 mL/L agua) + jabón líquido (1 mL/L agua). También se realizó una aplicación de fungicida benomil (3g/L agua) a los 46 dds, para evitar hongos del suelo.

Para iniciar con las actividades de cosecha se tomó en cuenta que el 50% del ensayo, en su totalidad, presenten capullos maduros y secos. No se recolectaron capullos inmaduros. Se efectuó un solo pase de cosecha a los 149 dds. Una vez concluida la cosecha, el material vegetal fue cortado y retirado del campo en un sitio no cultivable, donde se procedió a quemar, con la finalidad de destruir los sitios de cría o sobrevivencias de las plagas típicas del algodonero, entre ellas la polilla.

#### **Aplicación de tratamientos (regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat)**

Se aplicó en base a los tratamientos programados, iniciando la aplicación en los días 41, 46 y 51 dds, según el tratamiento. A partir de esa fecha, la segunda aplicación, se efectuó 20 días después y una tercera aplicación 10 días después.



### Levantamiento de la información

Se realizaron evaluaciones semanales y quincenales de acuerdo a las variables agronómicas y productivas seleccionadas; así como también, la presencia de problemas fitosanitarios. Para ello fueron marcadas aleatoriamente cinco plantas en cada parcela, donde se registró la información, utilizando la siguiente metodología:

**Porcentaje de germinación:** a los 7 y 10 dds se registró el número de plantas emergidas en cada parcela, con lo cual se calculó el porcentaje de germinación del algodón.

**Altura de planta:** esta información levantada a los 42, 45, 50, 52, 58, 68, 74, 79, 85, 91, 97, 104, 112, 122 dds. Para ello, se consideró la altura desde el cuello hasta el ápice de la planta, utilizando una regla graduada.

**Número de botones florales/planta:** se evaluó semanalmente, desde los 42 hasta los 122 dds, consideró que las parcelas tengan al menos una planta con botones florales formados.

**Número de flores/planta:** esta información se registró semanalmente desde los 52 hasta los 138 dds, en las mismas cinco plantas marcadas del área útil de cada parcela. Para ello, se consideró cuando las parcelas al menos tenían una planta con flores formadas.

**Evaluación del número de bellotas/planta:** la evaluación de esta variable se la inició a los 79 y se la registró semanalmente hasta los 138 dds, en las cinco plantas marcadas, considerando desde el momento que las parcelas al menos tenían una planta con bellotas formadas.

**Longitud de entrenudos (cm) por planta:** a los 78, 105, 124, 138 dds, se determinó la longitud (cm), de los cinco entrenudos terminales en las cinco plantas marcadas en el área útil de cada parcela.

**Número de ramas productivas por planta:** se contó el número de ramas productivas en las cinco plantas marcadas a los 78, 105, 124, 138 dds. Se consideró rama productiva a la que tenían al menos un capullo abierto, apto para la cosecha.

**Peso en kg/parcela y kg ha<sup>-1</sup>:** se registró el peso de algodón en rama en kg/parcela, que luego fue transformado a rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>.

Finalmente, se evaluó el estado fitosanitario del experimento. Para ello se registró la incidencia de gusanos trozadores a los 7 y 10 dds. Además, periódicamente se evaluaba la ocurrencia de otros problemas fitosanitarios con cuya información se decidía la intervención para su control.

## RESULTADOS

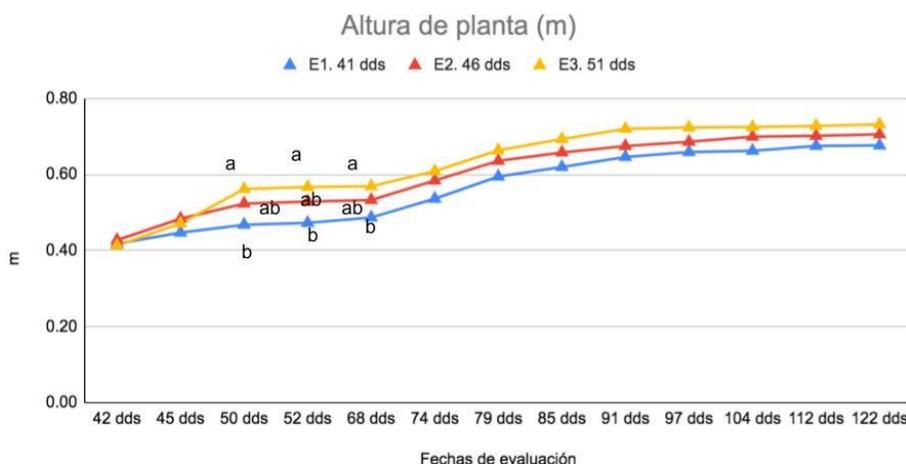
**Porcentaje de germinación:** no se registraron diferencias estadísticas significativas en esta variable (**Tabla 34**), debido a que los tratamientos se aplicaron a partir de los 41 dds.

**Altura de planta:** plantas de aquellos tratamientos donde se inició la aplicación del regulador de crecimiento (CM), a partir de los 51 dds, fueron significativamente más altas que aquellas en las que se empezaron los tratamientos a los 41 dds. Estos resultados se dieron a los 50, 52 y 68 dds de evaluación. Esta tendencia se presentó en el resto de evaluaciones, pero sin registrarse diferencias estadísticas. No hubo respuestas de las plantas al factor dosis de aplicación del regulador de crecimiento (CM), ni interacciones entre épocas y dosis de aplicación (**Figura 33**).

**Tabla 34.** Porcentaje de germinación registrado entre los factores de estudio en el experimento de uso de regulador de crecimiento en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	% de germinación	
	7 dds	10 dds
<b>Épocas de inicio de aplicación del regulador (CM)</b>		
E1. 41 dds	42.16	45.18
E2. 46 dds	40.89	44
E3. 51 dds	42.52	46.2
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Dosis del regulador de crecimiento (CM)</b>		
Dosis 1. (1,5; 2 y 2,5 mL/L agua)	42.32	46.36
Dosis 2. (2; 2,5 y 3,0 mL/L agua)	43.3	44.4
Dosis 3. (2,5; 3,0 y 3,5 mL/L agua)	39.95	44.61
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
CV %	9.12	8.91

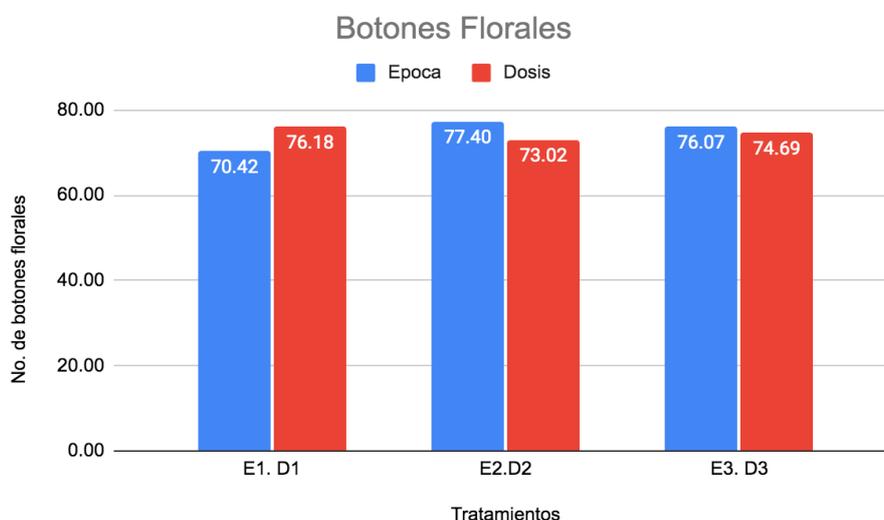
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).  
 dds = días después de la siembra



**Figura 33.** Altura de planta (m) registrada en el factor época de inicio de aplicación del regulador de crecimiento (CM) en el experimento de uso de regulador de

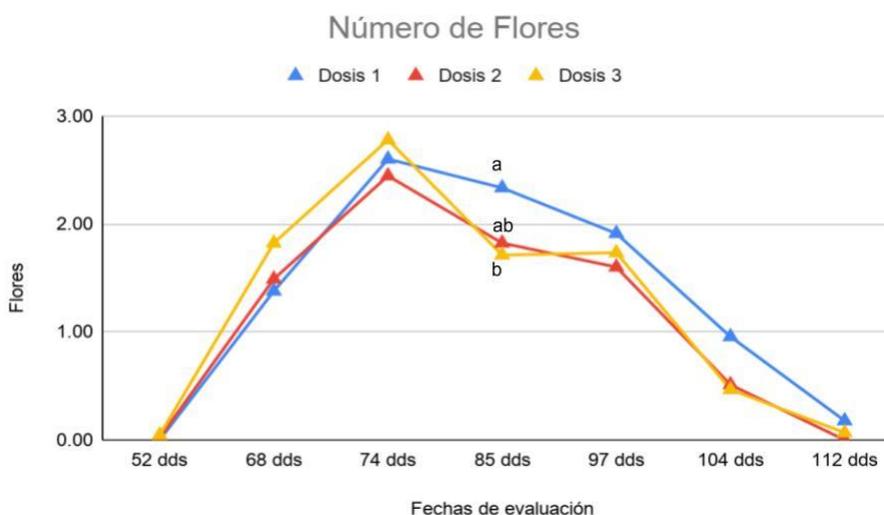
crecimiento en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Número de botones florales/planta:** no se registraron diferencias estadísticas entre los niveles de los factores ni sus interacciones, en las ocho evaluaciones realizadas, esta tendencia se reflejó también en el total acumulado de las evaluaciones. Sin embargo, numéricamente se registró el mayor valor total de botones florales/planta cuando se iniciaron los tratamientos de regulador de crecimiento a los 46 dds (**Figura 34**).



**Figura 34.** Número total de botones florales por planta registrados en el experimento de uso de regulador de crecimiento en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Número de flores/planta:** en esta variable solo se registraron diferencias estadísticas para el factor dosis de aplicación del regulador (CM) en la evaluación realizada a los 85 dds; fecha en la cual, la dosis 1. tuvo un mayor valor promedio de flores/planta (2,33), en comparación con la dosis 3., que registró 1,71 flores/planta (**Figura 35**).

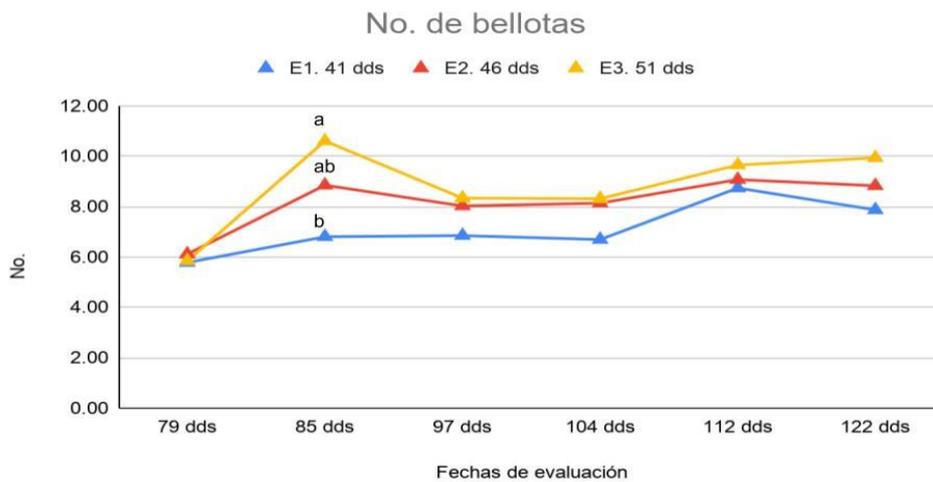


**Figura 35.** Número de flores/planta registrada en el factor dosis de aplicación del regulador de crecimiento (CM) en el experimento de uso de regulador de crecimiento



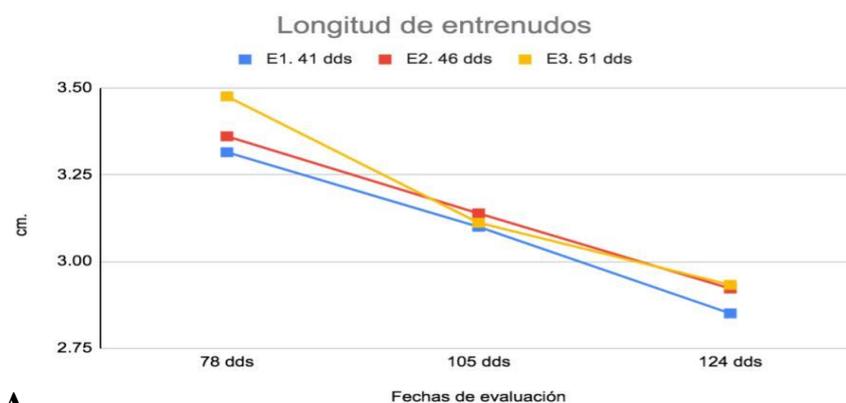
en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Número de bellotas/planta:** cuando se realizó el análisis de varianza de esta variable, solo se encontraron diferencias significativas en el factor época de inicio de aplicación del regulador de crecimiento (CM), en la fecha de evaluación de los 85 dds. En este día, se observó un número estadísticamente superior de bellotas en las plantas que empezaron las aplicaciones de regulador de crecimiento a los 51 dds en comparación con aquellas que empezaron a los 41 dds (**Figura 36**).

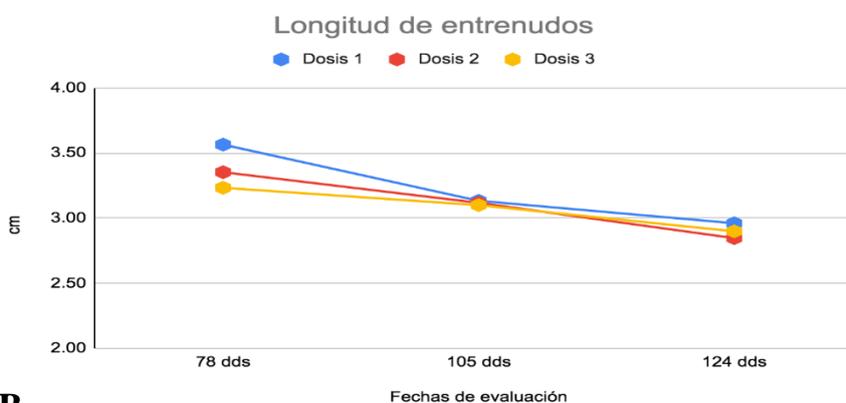


**Figura 36.** Número de bellotas/planta registrada en el factor época de inicio de aplicación del regulador de crecimiento (CM) en el experimento de uso de regulador de crecimiento en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Longitud de entrenudos:** Para esta variable no se encontraron diferencias significativas para ninguno de los factores en estudio y sus interacciones (**Figura 37**).



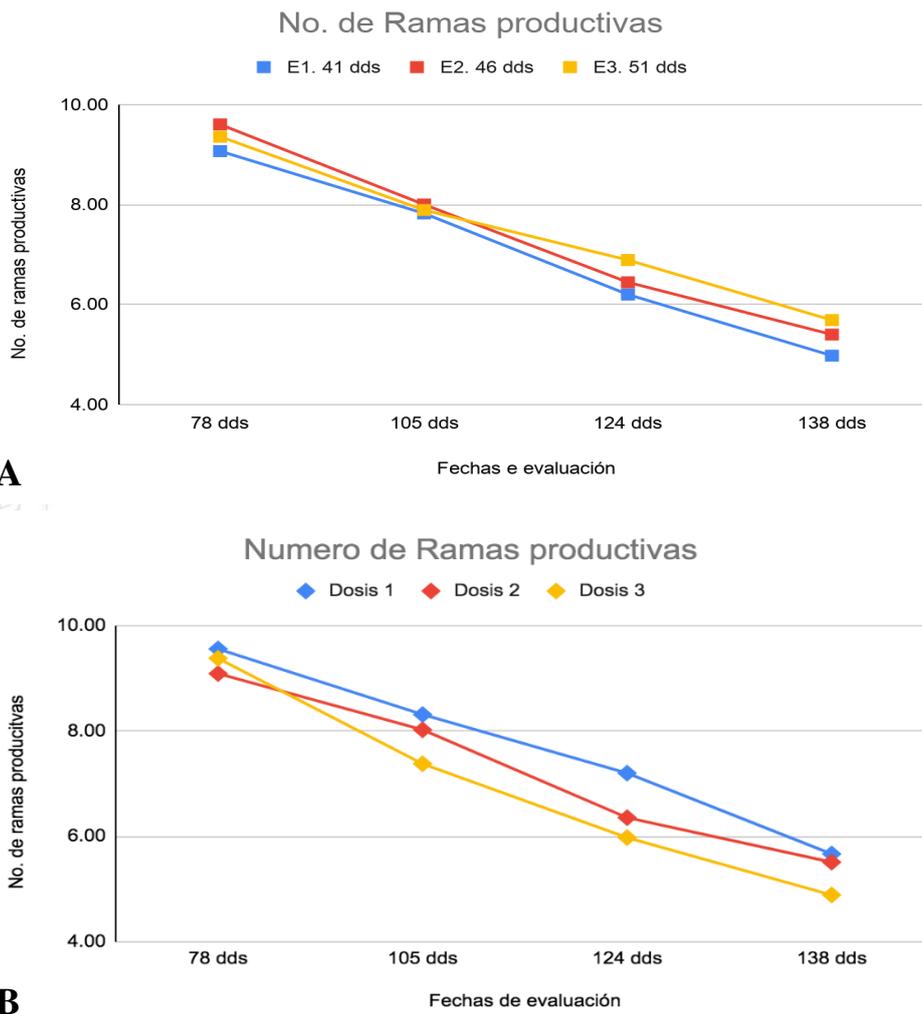
A



B



**Figura 37.** Longitud de entrenudos/planta registrada entre los factores en estudio en el experimento de uso de regulador de crecimiento en algodón. A. época de inicio de aplicación del regulador. B. dosis de aplicación. Teodomira-Santa Ana.2019-2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).  
**Número de ramas productivas/planta:** No se registraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en ninguna de las fechas de evaluación (**Figura 38**).

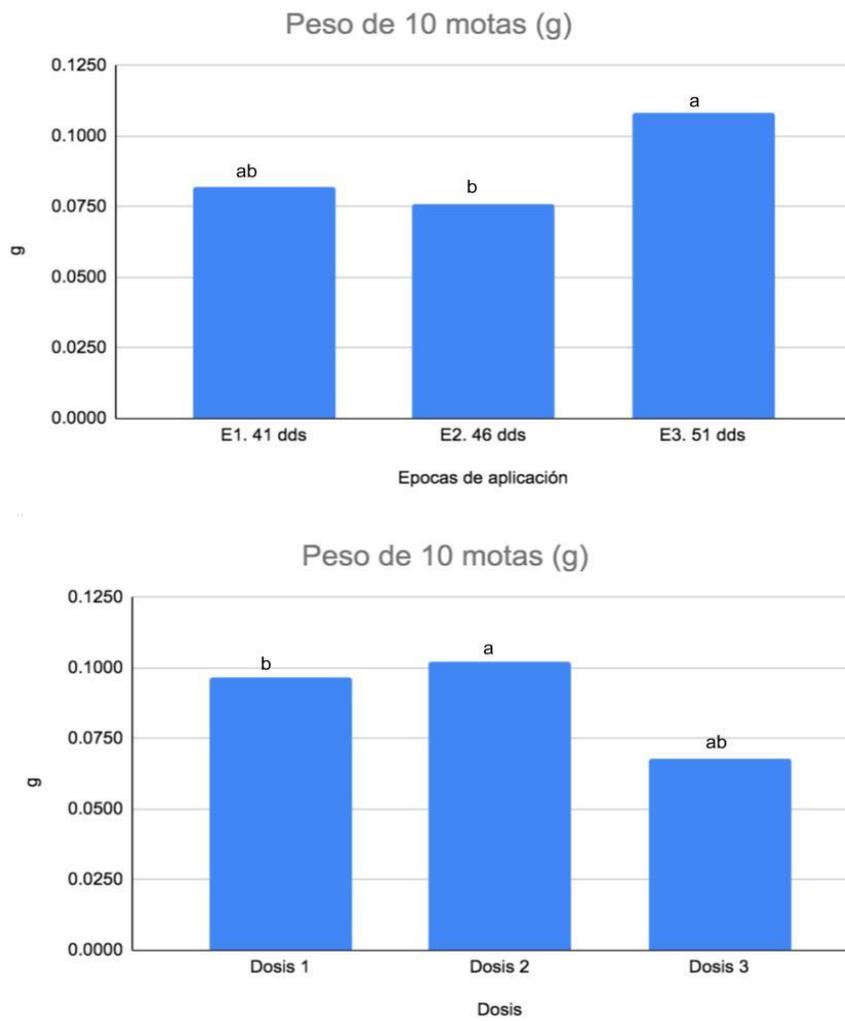


**Figura 38.** Número de ramas productivas/planta registrada entre los factores en estudio en el experimento de uso de regulador de crecimiento en algodón. A. época de inicio de aplicación del regulador. B. dosis de aplicación. Teodomira-Santa Ana.2019-2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Peso de 10 motas (g):** en esta variable, en el factor época de inicio de aplicación del regulador, la época 3. logró un significativo mayor peso que la época 2. Respecto a las



dosis de aplicación del regulador, la dosis 2. fue significativamente superior a la dosis 1. (Figura 39).

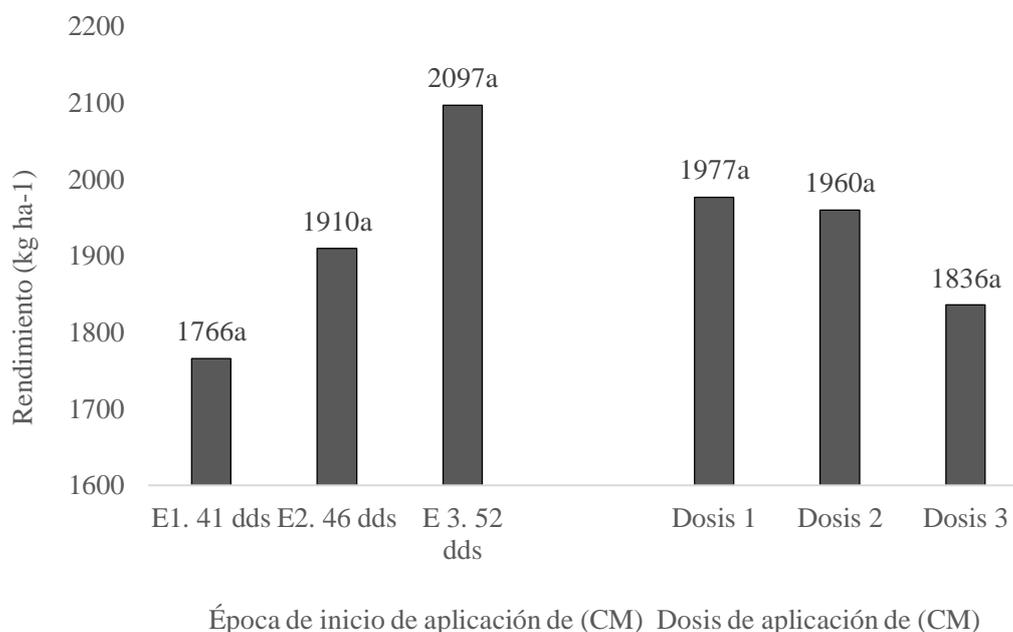


**Figura 39.** Peso (g) de 10 motas registrado entre los factores en estudio en el experimento de uso de regulador de crecimiento en algodón. A. época de inicio de aplicación del regulador. B. dosis de aplicación. Teodomira-Santa Ana.2019-2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Rendimiento de algodón en rama ( $\text{kg ha}^{-1}$ ):** no hubo diferencias significativas entre los rendimientos encontrados en los tratamientos estudiados. No obstante, se puede destacar que numéricamente la época 1. de inicio de aplicación del regulador, esto es a



los 52 dds, presentó el mayor rendimiento promedio de algodón en rama con 2097 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que, en las dosis, destacó numéricamente la dosis 1. Que reportó el mayor rendimiento promedio de algodón en rama, con 1977 kg ha<sup>-1</sup> (**Figura 40**).



**Figura 40.** Rendimiento promedio de algodón en rama (kg ha<sup>-1</sup>) registrado entre los factores de estudio en el experimento de uso de regulador de crecimiento en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Porcentaje de plantas trozadas:** al igual que en la variable anterior, no se registraron diferencias significativas en esta variable (**Tabla 35**), debido a que los tratamientos se aplicaron a partir de los 41 dds.

**Tabla 35.** Porcentaje de plantas trozadas registrado entre los factores de estudio en el experimento de uso de regulador de crecimiento en algodón. Teodomira-Santa Ana.2019-2020.

Tratamientos	% de plantas trozadas	
	7 dds	10 dds
<b>Épocas de inicio de aplicación del regulador (CM)</b>		
E1. 41 dds	1.31	0.78
E2. 46 dds	1.1	1.02
E3. 51 dds	0.69	0.82
<i>P</i>	ns	ns
<b>Dosis del regulador de crecimiento (CM)</b>		
Dosis 1. (1,5; 2 y 2,5 mL/L agua)	1.23	0.86
Dosis 2. (2; 2,5 y 3,0 mL/L agua)	0.86	0.9
Dosis 3. (2,5; 3,0 y 3,5 mL/L agua)	1.02	0.86
<i>P</i>	ns	ns
CV %	63.59	44.93

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

*dds = días después de la siembra*

## **Actividad 6. Efecto de la densidad poblacional en el comportamiento agronómico y productivo de la variedad de algodón “BRS-336”**

### **INTRODUCCIÓN**

El algodón *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae), es un cultivo de relevancia cultural, económica y biológica (Ulloa *et al.*, 2006), considerada la principal fibra natural cultivada en el mundo, por su amplio uso en la fabricación de tejidos y prendas de vestir. Es altamente demandado por la industria textil que utiliza la fibra, así como la de alimentos, que aprovecha el alto contenido de aceite y proteínas de la semilla como fuente de proteína para animales (Brubaker *et al.*, 1999; SAGARPA, 2017). Representa el 40% del mercado mundial, sembrada en más de 100 países, muchos de los cuales basan su economía en este cultivo. En el 2017 se reportaron aproximadamente 31,3 millones de hectáreas, destacándose países como: India, China, Estados Unidos, Pakistán, Brasil y Uzbekistán, que aportan con el 80% de la producción mundial. Turquía, Australia, Turkmenistán, Burkina Faso, Mali y Argentina, representan un 10% adicional, mientras que el restante 10% proviene de 65 países (Martínez-Reina y Hernández, 2016; McCarty, 2017; ICAC, 2017; FAO, 2018a) Australia y Egipto producen el algodón de mayor calidad (FIRA, 2017). Se estima que la producción mundial de algodón supera los 21 millones de toneladas métricas.

La producción de algodón en Ecuador tuvo una gran intervención en el sector agrícola entre las décadas 70s y 90s. Actualmente, las zonas cultivadas corresponden a Manabí y Guayas con el 80 y 20% de la superficie, respectivamente (Rodríguez, 2014), manteniéndose un déficit permanente de la producción nacional de algodón. Eventos económicos o climáticos “han llevado a la casi desaparición del cultivo en la provincia de Manabí” (FAO, 2018b). Según las estadísticas, la superficie pasó de 36000 ha en 1974 a 1800 ha en el 2016, con una producción aproximada de 5000 TM a un costo de producción de 1425 dólares/ha, siendo la demanda local 20.000 TM anuales de fibra (INIAP, 2018), importándose en el 2017 de Estados Unidos y Asia 14.853 TM, déficit que se cubre con la importación de fibra de algodón desde USA y Asia (Andrade y Gonzales, 2017; FAO y Cooperación Internacional Brasil, 2017).

El déficit progresivo de fibra que se ha venido dando en los últimos años, está relacionado con la significativa reducción de la superficie cultivada, considerándose en la actualidad a los productores algodoneiros del Ecuador como agricultores familiares en transición hacia la diversificación y/o desactivación, donde el 80% de ellos son hombres, siendo las mujeres sobre todo requeridas durante siembra y cosecha. Todas las labores del cultivo son realizadas manualmente, demandando una gran cantidad de mano de obra (FAO, 2018c), lo cual puede convertirse en una limitante de la producción.

Varias son los factores que afectan la producción de algodón en el país, pudiéndose mencionar principalmente, la falta de semilla de variedades de alto rendimiento, manejo inadecuado del cultivo y bajos precios internacionales (MAG, 2018), además de factores ambientales y problemas fitosanitarios, que también pueden causar pérdidas al productor (Agrobio, 2017). Al respecto, la literatura cita que la problemática del cultivo de algodón es amplia, destacándose el uso de semillas no certificadas, falta de asistencia

técnica, calidad de fibra, dificultades en la agricultura familiar, entre otros (Veramendi, 2013).

El cultivo de algodón se adapta bien a cualquier tipo de suelo y la cantidad de agua requerida para el cultivo está dada de acuerdo a su etapa de crecimiento (MINAG, 2010). Responde adecuadamente a la fertilización (Veramendi y Lam, 2011) y al uso de regulador de crecimiento, que permite manejar el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo (Reyes, 2014).

Dentro del manejo técnico del cultivo en el país, no se observa una adecuada densidad de siembra por parte del productor algodonero, lo que repercute en la productividad de esta fibra, convirtiéndose en una importante limitante. La adecuada densidad poblacional, juega un rol importante en el ciclo del cultivo del algodón, al punto que las labores culturales como el uso creciente de fertilizante, riego, herbicida, entre otras, se planifican en función de la variedad y densidad poblacional de este cultivo (Menéndez, 2007). En este sentido, Palomo *et al.* (2000) indicaron que las variedades precoces de algodón sembradas en surcos estrechos (0,70 m) mostraron un mayor potencial de rendimiento que aquellas variedades tardías.

Con estos antecedentes, surge la necesidad de esta investigación, que plantea evaluar el efecto del distanciamiento entre líneas y entre plantas sobre el crecimiento, desarrollo y producción del algodón de la variedad BRS-336, introducida recientemente al país por INIAP desde EMBRAPA-Brasil en septiembre de 2018.

## JUSTIFICACIÓN

Al momento, no se dispone en Ecuador de material genético de calidad con características deseables, así como tampoco se cuenta con tecnologías actualizadas sobre el manejo agrotécnico del cultivo, relacionadas con la densidad poblacional, fertilización, riego, manejo fitosanitario, que busque un incremento de la productividad. En tales circunstancias, el sector algodonero enfrenta grandes desafíos a nivel internacional y nacional, que requiere de cooperación e implementación de estrategias en conjunto con los actores involucrados. En este contexto surge el proyecto país GCP/RLA/199/BRA "Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar", firmado entre el gobierno de Brasil, por intermedio de la Agencia Brasileña de Cooperación del Ministerio de Relaciones Exteriores (ABC/MRE), el Instituto Brasileño del Algodón (IBA) y la Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe (FAO RLC), dentro del cual, instituciones como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2018), Universidad Técnica de Manabí, entre otros, realizan esfuerzos para fortalecer el conocimiento en torno a este cultivo para mejorar sustancialmente la productividad del cultivo de algodón.

La importancia de estudiar densidades poblacionales adecuadas en algodón, radica en darle una mejor condición al cultivo y así obtener una mayor productividad y a su vez que el cultivo pueda desarrollarse aprovechando de mejor manera la luminosidad, aireación, entre otros aspectos, teniendo en cuenta la variedad a sembrar.

Estudios realizados en varios países con tradición algodonera, demuestran esta importancia, pudiéndose citar a Johnson *et al.* (1973) quienes determinaron que la siembra en surcos más angostos que los tradicionales permiten capturar una mayor



cantidad de radiación solar en una época más temprana del ciclo del cultivo. Veramendi y Lam (2011), mencionan que los distanciamientos de siembra del algodón pueden oscilar entre 0,90 m a 1,5 m entre surco y 0,20 m a 0,60 m entre planta. Sin embargo, de estos resultados antes citados, Gaytán-Mascorro *et al.* (2004) encontraron que la reducción de la distancia entre surcos y el aumento de la densidad de población, no afectaron significativamente el rendimiento de algodón, pero si provocaron precocidad (cierre del cultivo, apertura de capullos, cosecha, entre otros), sin afectar la producción y calidad.

Esta contraposición de criterios y resultados en torno a la adecuada densidad poblacional de plantas en el cultivo de algodón y considerando las particulares condiciones ambientales que se presentan en Manabí, justifican la realización de este tipo de estudios que busca dar una alternativa de solución al sector algodonnero respecto a una definición de la densidad de siembra adecuada del cultivo de algodón, que le permita al productor hacer más eficiente el área de siembra, incrementando la productividad de este importante cultivo de la agricultura familiar ecuatoriana y fomentado su reactivación.

## OBJETIVOS:

### Objetivo general

Generar tecnología en densidades poblacionales del cultivo de algodón para incrementar su productividad.

### Objetivos específicos

Evaluar el efecto del distanciamiento entre línea y entre plantas sobre variables agronómicas, fitosanitarias y de rendimiento del cultivo de algodón en el valle del Río Portoviejo.

Determinar la mejor densidad poblacional para incrementar el rendimiento del algodón bajo las condiciones del valle del Río Portoviejo.

Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación

La presente investigación se desarrolló entre los meses de febrero a julio de 2020, en el lote Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana del Cantón Santa Ana provincia de Manabí, en las coordenadas geográficas (01°09'51" S y 80°23'24" O, a una altitud de 60 m.s.n.m.) y bajo las siguientes características edafoclimáticas (temperatura 26,4 °C; precipitación 851,57 mm; humedad relativa 81%; heliofanía anual 1604 horas sol), topografía plana y suelo franco arcilloso.

### Material de siembra

Se utilizó semilla de la variedad de algodón BRS-336, introducida por el INIAP-Ecuador desde la EMBRAPA-Brasil en noviembre de 2018, variedad que presenta las siguientes características en las condiciones de origen: pilosidad en hojas y ramas, fibra de longitud media-larga, porte medio, alcanzando de 1,15 a 1,25 m de altura, utilizando

reguladores de crecimiento. En altitudes próximas a los 700 m.s.n.m., el surgimiento de la primera flor ocurre de 60 a 65 días después de la emergencia (dde) de las plantas y la apertura de la primera bellota se produce 110 y 120 dds. La cosecha se realiza a los 170 a 180 dde. Reporta un rendimiento de 3.851 kg ha<sup>-1</sup> de algodón en rama, 1.527 kg ha<sup>-1</sup> de algodón en fibra, siendo el porcentaje de fibra del 38-39,5%. Este material reporta resistencia a importantes enfermedades del algodón, así como a nematodos (EMBRAPA, 2011).

**Factores en estudio**

**Factor A. Distanciamiento entre línea (m)**

L1 = 0,9 m

L2 = 1,0 m

L3 = 1,1 m

L4 = 1,2 m

**Factor B. Separación entre planta (m)**

P1 = 0,2 m

P2 = 0,3 m

P3 = 0,4 m

**Testigo (control)**

Distanciamiento 0,8 x 0,2 m

**Tratamientos**

La combinación de los factores en estudio dio como resultado los siguientes tratamientos.

Tratamiento	Nomenclatura	Distanciamiento (m)		Población (pl./ha)
		Entre línea	Entre planta	
1	L1P1	0,9	0,2	55.556
2	L1P2	0,9	0,3	37.037
3	L1P3	0,9	0,4	27.778
4	L2P1	1,0	0,2	50.000
5	L2P2	1,0	0,3	33.333
6	L2P3	1,0	0,4	25.000
7	L3P1	1,1	0,2	45.455
8	L3P2	1,1	0,3	30.303
9	L3P3	1,1	0,4	22.727
10	L4P1	1,2	0,2	41.667
11	L4P2	1,2	0,3	27.778
12	L4P3	1,2	0,4	20.833
13	Testigo	0,8	0,2	62.500

**Características del campo experimental**

Número de tratamientos	13
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	52
Distanciamiento entre línea (de acuerdo a los tratamientos en estudio):	0,9 m; 1,0 m; 1,1 m; 1,2 m



Distanciamiento entre planta (de acuerdo a los tratamientos en estudio):	0,2 m; 0,3 m; 0,4 m
Número de líneas/parcelas (de acuerdo al distanciamiento entre línea)	Entre 5 y 7 líneas
Número de plantas/sitio	1
Longitud de hilera (de acuerdo al distanciamiento):	5; 5,1 y 5,2 m
Área de la parcela (de acuerdo al tratamiento):	Entre 27 y 31,2 m <sup>2</sup>
Área útil de la parcela (de acuerdo al tratamiento):	Entre 16,5 y 20,8 m <sup>2</sup>
Número de sitios de siembra/línea (de acuerdo al tratamiento)	25, 17 y 13 sitios
Población de plantas/ha (de acuerdo al tratamiento):	De 20.883 a 55.556 pl. ha <sup>-1</sup>
Separación entre parcela	2 m
Separación entre repeticiones	2,8 m
Área total del experimento (74,9 x 32 m)	2.396,8 m <sup>2</sup>

### Diseño experimental

El experimento se condujo con un Diseño de Bloques Completamente al Azar, en Arreglo Factorial (A x B+1), con cuatro repeticiones.

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Total	(t)(r)-1	51
Repeticiones	r-1	3
Tratamientos	(t-1)	12
Factor A	a-1	(2)
Factor B	b-1	(3)
A x B	(a-1) (b-1)	(6)
Testigo vs factorial	(t-1)-[(a-1)-(b-1)-(a-1)(b-1)]	(1)
Error Experimental	(r-1) (t-1)	36

### Análisis estadístico

Antes de someter los datos al análisis de varianza, se comprobó los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y de homogeneidad de varianzas con la prueba de Bartlett. Para probar el efecto de los tratamientos en estudio, se efectuaron comparaciones de las medias de los tratamientos a través de la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Para el análisis se empleó el Software estadístico R Studio versión 3.6 (Gentleman y Ihaka, 2019).

### Manejo específico del experimento

La preparación del suelo se realizó en forma mecanizada mediante un pase de arado, dos pases de rastra y un pase de rotavator. Previa a la siembra se realizó el respectivo análisis de suelo. La siembra se realizó de forma manual, colocando tres semillas/sitio, utilizando los distanciamientos en función de los tratamientos: separación entre línea (0,9; 1,0; 1,1 y 1,2 m) y entre planta (0,2; 0,3 y 0,4 m). A los 15 días después de la siembra (dds), se procedió al raleo, dejando una planta por sitio, con lo que se obtuvo la densidad poblacional de plantas/ha esperada en cada tratamiento. Previa a la siembra, la semilla fue tratada con carboxin + captan (Vitavax) 3 g/kg de semilla y thiodicarb + imidacloprid (Semeprid) 25 mL /kg de semilla.

Para el control de malezas, inmediatamente posterior a la siembra, se realizó la aplicación del herbicida pre-emergente (pendimentalina 4 L ha<sup>-1</sup>) + un quemante

(paraquat 4 L ha<sup>-1</sup>) y se adicionó el insecticida clorpirifos (1 L ha<sup>-1</sup>), para controlar plagas presentes en el suelo. Posteriormente, a los 20 dds, se aplicó en post-emergente el herbicida (Verdict 0,6 L ha<sup>-1</sup>), siendo necesario realizar además dos deshierbas manuales complementarias hasta el cierre de calle del cultivo. De manera general las plagas se mantuvieron en baja incidencia, siendo necesario apenas realizar dos aplicaciones de plaguicidas, a los 40 dds con lambda cihalotrina+thiametoxam, (1 mL/L agua) y a los 86 dds con abamectina (1,5 mL/L agua), para el control de trips, mosca blanca y ácaros.

En base al crecimiento de las plantas, sólo fue necesario realizar dos aplicaciones del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat, a los 50 dds, utilizado la dosis de 150 mL ha<sup>-1</sup> en 600 L ha<sup>-1</sup> de agua y una segunda aplicación a los 84 dds con una dosis de 750 mL ha<sup>-1</sup> en 750 L ha<sup>-1</sup> de agua. La fertilización se realizó en base al análisis de suelo, siendo el elemento faltante el nitrógeno. Se efectuaron dos aplicaciones de fertilizantes, a los 15 y 45 dds, empleando la mezcla de urea + YaraMila, considerando la variación del número de plantas ha<sup>-1</sup> y se distribuyó el volumen calculado en cada parcela. Finalmente, se realizó la cosecha en ambiente seco, en forma gradual a su madurez, colectando capullos maduros a los 133 y 169 dds.

## Levantamiento de la información

### VARIABLES AGRONÓMICAS Y FISIOLÓGICAS

En cada parcela y utilizando la técnica de muestreo aleatorio simple (MAS), se marcó aleatoriamente cinco plantas, donde se registraron las siguientes variables agronómicas: **Porcentaje de germinación** a los 6 y 8 dds, obtenidos de la relación entre el número total de plantas esperadas y emergidas. **Altura de planta (cm)**, evaluada a los 16, 22, 29, 35, 49, 76 y 132 dds, registrando la altura desde la superficie del suelo hasta el ápice de cada una de las cinco plantas. **Incremento diario de altura de planta (cm)**, para lo cual utilizaron datos de altura de planta de la variable anterior, realizando una relación entre la altura ganada entre cada fecha de evaluación, dividida para el número de días en el intervalo. **Incremento de altura de planta (cm) entre las fases de desarrollo**, para este caso, se relacionó el incremento de altura entre cada una de las fases de desarrollo (vegetativa, floración, fructificación, productiva). **Diámetro del tallo (mm)**, a los 52, 92 y 132 dds, se determinó el diámetro del tallo a las plantas marcadas, a una altura de 10 cm desde la base del suelo, utilizando un calibrador “vernier” digital. **Número de entrenudos del tallo**, evaluado a los 106, 115 y 132 dds, considerándose a partir de la rama vegetativa hasta el ápice de las plantas marcadas. **Longitud de entrenudos (cm)**, a los 51, 92 y 129 dds, se midió la longitud a los cinco entrenudos terminales de cada planta marcada. **Número total de ramas/planta**, a los 57, 64 y 85 dds, se evaluó el número total de ramas/planta, contabilizando a partir de la rama vegetativa. **Número de ramas/planta arriba de la primera flor**: A los 85 dds se registró el número de ramas/planta, presentes arriba de la rama conteniendo la primera flor emitida en las cinco plantas marcadas. El **número de ramas productivas por planta**, a los 120 y 147 dds, se contabilizó en las plantas marcadas, el número de ramas productivas, considerándose a aquellas que presentaban al menos un capullo maduro abierto apto para la cosecha. **Días al cierre del cultivo**, para el efecto, a partir de los 76, 85, 92 y 106 dds, se evaluó los días al cierre de calle en cada parcela, considerándose para esto cuando, cuando el entrecruzamiento con las ramas vecinas de las líneas de siembra, sobrepasaban el 75%, cubriendo así el terreno de las entrelineas.

También se consideraron variables fisiológicas, como el **Índice de clorofila (pigmentos fotosintéticos)**, para lo cual se realizaron evaluaciones a los 28 y 120 dds, registrando la lectura en dos hojas expuestas a la luz, del tercio medio por cada una de las cinco plantas marcadas en la parcela. Se utilizó el determinador clorofilímetro Minolta SPAD 502 plus™. Estas mediciones se realizarán entre las 11:00 am a 14:00 pm.

### Variables productivas

Paralelamente, se registraron también las siguientes variables productivas: **Días a aparición del primer botón floral y número de botones florales/planta**, a los 34, 49, 56, 64, 85 y 99 dds, se contabilizó el número de botones florales/planta marcada y se estableció los días en que apareció el primer botón floral en cada parcela. **Días a la apertura de la primera flor y número de flores/planta**, a los 56, 64, 85 y 99 dds, se contabilizó el número de flores/planta marcada y se estableció la fecha en que apareció la primera flor en la parcela. **Días a la aparición de la primera bellota y número promedio de bellotas/planta**, a los 64, 79, 106 y 132 dds, se registró el número de bellotas/planta y se determinó los días a la apareció la primera bellota en la parcela. **Días a la apertura del primer capullo y número de capullos/planta**, a los 106, 115 y 132 dds, se evaluó el número de capullos/planta, registrando el día en que apareció el primer capullo (apertura) en la parcela.

**Peso de 10 bellotas (g)**, a los 135 dds, se colectaron aleatoriamente del área útil de cada parcela 10 bellotas desarrolladas, registrándose el peso (g) de las 10 bellotas.

**Rendimiento en kg/parcela y kg ha<sup>-1</sup>**: En cada uno de los dos pases de cosecha, se registró el peso en kg/parcela útil, que luego fue acumulado en kg total/parcela y a partir de éste, se transformó a rendimiento kg ha<sup>-1</sup>. **Relación fibra-semilla**, de una muestra de 100 g de algodón en rama/parcela, se procedió a desmotar para determinar el peso por separado de la fibra y las semillas, estableciéndose así la relación porcentual fibra-semilla. Finalmente, se contabilizó el número de semillas contenidas en 100 g de mota.

### Monitoreo de artrópodos-plaga, benéficos y enfermedades

Durante esta investigación también fue evaluada la ocurrencia de plagas y enfermedades asociados al cultivo de algodón, entre estas se menciona: **Incidencia de gusanos trozadores**, a los 6, 8 y 15 dds, se registró el número de plántulas de algodón trozadas por acción de insectos de los géneros *Agrotis* sp. y *Spodoptera* spp. en el área útil de cada parcela y se lo relacionó con el número total de plantas emergidas, determinado así el porcentaje de daño de estas plagas en algodón. **Incidencia otros artrópodos**, utilizando la técnica del muestreo directo, a los 64 dds, se realizó una evaluación para determinar las poblaciones presentes de los principales artrópodos-plaga y benéficos en las cinco plantas marcadas de cada unidad experimental. Finalmente, a los 106 dds, se contabilizó el total de bellotas/planta y se lo relacionó con el número de bellotas podridas, llevándolo a **porcentaje de bellotas enfermas**.

## RESULTADOS

### Variables agronómicas y fisiológicas:

En la **Tabla 36** de resultados, se presentan los valores promedios del porcentaje de germinación, obtenido entre los factores en estudio. El ADEVA no estableció diferencias significativas para ninguno de los factores e interacciones en estudios ( $P > 0,05$ ), a los seis y ocho días después de la siembra (dds). No obstante, de no haberse

evidenciado diferencias, se pudo observar un incremento sustancial en la germinación entre los 6 y 8 dds en los factores estudiados.

Los valores promedios de la variable altura de planta de algodón (cm), registrado a los 16, 22, 29, 35, 49, 76 y 132 dds se presentan en la **Tabla 37**. El ADEVA sólo determinó diferencias significativas para el factor B. distanciamiento entre plantas (m), a los 35 y 49 dds ( $P < 0,05$ ). Mientras que, para el factor A. distanciamiento entre línea (m), y sus interacciones, no fue encontrado diferencias significativas en las fechas de evaluación ( $P > 0,05$ ). Cuando las medias fueron sometidas a la prueba de Tukey, se establecieron dos rangos de significación, sobresaliendo por la mayor altura promedio (m), la parcela con la menor separación entre plantas (0,2 m), en las fechas 35 y 39 dds. No así, el tratamiento con la mayor separación (0,4 m entre plantas), que fue diferente significativamente a los demás, al presentar la menor altura promedio de planta (**Tabla 37**).

**Tabla 36.** Porcentaje de germinación de algodón a los 6 y 8 dds entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Porcentaje de germinación	
	6 dds	8 dds
<b>Factor A.</b>		
Distanciamiento entre línea (m)		
0,9 m	36,70	52,61
1,0 m	38,34	54,82
1,1 m	35,28	57,49
1,2 m	39,94	56,50
□	37,56	55,35
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B.</b>		
Distanciamiento entre planta (m)		
0,2 m	34,68	51,92
0,3 m	38,81	55,87
0,4 m	39,20	58,28
□	37,56	55,35
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	23,07	15,47

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 dds = días después de la siembra

**Tabla 37.** Altura de planta de algodón a los 16, 22, 29, 35, 49, 76 y 132 dds, registrada entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Altura de planta (cm)						
	16 dds	22 dds	29 dds	35 dds	49 dds	76 dds	132 dds
Distanciamiento entre línea (m)							
0,9 m	10,66	14,46	20,43	28,13	57,42	83,60	96,42

1,0 m	10,47	14,73	20,75	28,18	58,98	93,32	104,73
1,1 m	10,17	14,04	20,64	27,73	58,28	89,52	103,53
1,2 m	10,22	14,23	20,53	27,78	57,85	91,70	107,37
□	10,38	14,36	20,59	27,95	58,13	89,53	103,01
<b>P</b>	<i>ns</i>						

**Factor B.**

 Distanciamiento  
entre planta (m)

0,2 m	10,55	14,39	21,03	28,99a	61,95a	93,23	106,43
0,3 m	10,40	14,32	20,43	27,73ab	56,73ab	89,68	104,48
0,4 m	10,19	14,38	20,31	27,14 b	55,73b	85,70	98,14
□	10,38	14,36	20,59	27,95	58,13	89,53	103,01
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,005	0,005	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	6,39	5,73	7,13	7,19	10,57	12,75	10,71

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) dds = días después de la siembra)

En la **Tabla 38**, se observan los valores promedios del incremento diario de altura de planta, en las fases de desarrollo del algodón (vegetativa, botoneo, floración, fructificación y producción). Según el ADEVA, sólo hubo respuesta significativa en el incremento diario (cm) al factor B. Distanciamiento entre plantas ( $P < 0,05$ ). No así para el factor A. distanciamiento entre línea (m) ni para sus interacciones. Las plantas tuvieron un crecimiento significativamente diferente según Tukey, en la fase de botoneo (29 a 35 dds), en el distanciamiento de 0,20 m entre plantas, obteniéndose el mayor incremento de altura. Mientras que, a mayor separación (0,4 m), las plantas tuvieron significativamente un menor incremento de altura. De manera general, se observó que la planta de algodón alcanza un mayor incremento diario de altura durante la fase de floración (35 a 49 dds), disminuyendo progresivamente, según avanzan las fases (**Tabla 38**).

**Tabla 38.** Incremento diario de altura (cm) en las diferentes fases de desarrollo del algodón, en función de los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Incremento diario de altura (cm) entre las fases de desarrollo				
	Vegetativ a	Botone o	Floració n	Fructificació n	Producció n
<b>Factor A</b>					
Distanciamiento entre línea (m)	<b>22 a 29 dds</b>	<b>29 a 35 dds</b>	<b>35 a 49 dds</b>	<b>49 a 76 dds</b>	<b>76 a 132 dds</b>
0,9 m	0,91	1,22	2,76	0,97	0,23
1,0 m	0,86	1,24	2,96	1,27	0,20
1,1 m	0,94	1,20	2,76	1,16	0,25
1,2 m	0,90	1,22	2,76	1,25	0,28
□	0,90	1,22	2,81	1,16	0,24
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>					
Distanciamiento entre planta (m)					



0,2 m	0,95	1,33 a	3,06	1,16	0,24
0,3 m	0,89	1,20ab	2,70	1,22	0,27
0,4 m	0,87	1,13b	2,67	1,11	0,22
□	0,90	1,22	2,81	1,16	0,24
<b>P</b>	<i>ns</i>	0,005	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	12,59	14,65	21,65	28,17	37,8

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).  
 dds = días después de la siembra)

Los valores promedios del diámetro de tallo (mm) de la planta de algodón, se encuentran en la **Tabla 39**. El análisis de varianza, determinó respuesta altamente significativa ( $P < 0,01$ ), del diámetro de tallo al factor A. Distanciamiento entre línea (m) a los 92 dds, sobresaliendo según Tukey, el distanciamiento de 0,9 m entre línea, al presentar el mayor diámetro de tallo. Mientras que, a mayor distanciamiento entre la línea de siembra, disminuye el diámetro del tallo de la planta de algodón. Con relación al factor B. Distanciamiento entre planta, el ADEVA, estableció diferencias significativas a los 52 dds ( $P < 0,05$ ) y diferencias altamente significativas a los 132 dds ( $P < 0,01$ ). En ambas fechas se destaca significativamente según Tukey, el distanciamiento de 0,4 m entre planta que, presentó un mayor diámetro de tallo (mm), muy diferente al distanciamiento de 0,2 m entre planta, que registró los menores diámetros de tallo (**Tabla 39**). Con relación a la interacción de los factores, el ADEVA no estableció diferencias significativas.

El ADEVA, no estableció diferencias significativas en la variable número de entrenudos del tallo, para ninguno de los factores en estudio en las dos fechas de evaluación (**Tabla 40**). Con relación a la variable longitud promedio de entrenudos (cm), sólo hubo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), para el factor B. Distanciamiento entre plantas a los 92 dds. Mientras que en el factor A. Distanciamiento entre línea y sus interacciones, no se encontró significación estadística. Según Tukey, se diferenció significativamente de los demás, el distanciamiento de 0,2 m entre plantas; mientras que, el distanciamiento de 0,4 m entre planta se presentó con la menor longitud de entrenudos (**Tabla 40**).

**Tabla 39.** Diámetro del tallo (mm) de la planta de algodón a los 52, 92 y 132 dds entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Diámetro del tallo (mm)		
	52 dds	92 dds	132 dds
<b>Factor A.</b>			
Distanciamiento entre línea (m)			
0,9 m	11,31	13,66 a	14,67
1,0 m	11,78	12,65ab	15,36
1,1 m	11,33	11,33 b	15,58
1,2 m	11,56	11,57 b	15,87
□	11,49	12,30	15,37
<b>P</b>	<i>ns</i>	0,001	<i>ns</i>
<b>Factor B.</b>			

Distanciamiento entre planta			
(m)			
0,2 m	10,93 b	12,16	14,04 b
0,3 m	11,55ab	12,23	15,74 a
0,4 m	12,00 a	12,51	16,32 a
□	11,49	12,30	15,37
<b>P</b>	0,005	ns	0,001
<b>CV</b>	9,37	12,82	12,21

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).  
 dds = días después de la siembra.

**Tabla 40.** Valores promedios de las variables número de entrenudos del tallo (34 y 57 dds) y longitud de entrenudos (51, 92 y 129 dds) entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Nro. de entrenudos		Longitud de entrenudos (cm)		
	34 dds	57 dds	51 dds	92 dds	129 dds
<b>Factor A.</b>					
Distanciamiento entre línea (m)					
0,9 m	6,45	13,72	4,01	2,43	1,89
1,0 m	6,47	14,58	4,28	2,62	1,98
1,1 m	6,40	14,17	4,09	2,48	1,84
1,2 m	6,52	13,90	3,94	2,30	1,99
□	6,46	14,09	4,08	2,46	1,93
<b>P</b>	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Factor B.</b>					
Distanciamiento entre planta (m)					
0,2 m	6,39	13,78	4,38	2,67 a	2,02
0,3 m	6,38	14,24	3,96	2,48 ab	1,91
0,4 m	6,61	14,26	3,90	2,22 b	1,85
□	6,46	14,09	4,08	2,46	1,93
<b>P</b>	ns	ns	ns	0,005	ns
<b>CV</b>	5,41	7,15	17,75	13,89	23,84

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).  
 dds = días después de la siembra.

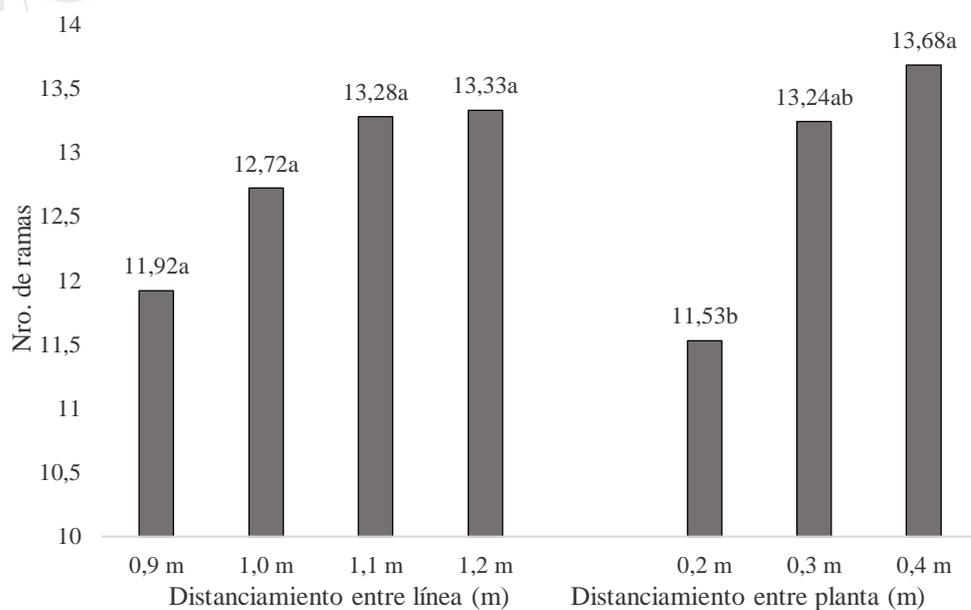
En la **Tabla 41** se presentan los valores promedios del número total de ramas por planta, registrado a los 57, 64 y 85 dds. El análisis de varianza sólo reportó diferencias significativas en el factor B. Distanciamiento entre plantas a los 85 dds, obteniéndose el mayor número total de ramas/planta en el distanciamiento de 0,4 m entre plantas, que se diferenció significativamente del distanciamiento 0,2 m entre planta, que presentó el menor valor total de ramas/planta (**Tabla 41**).

**Tabla 41.** Número total de ramas por planta de algodón a los 57, 64 y 85 dds entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Nro. total de ramas/planta		
	57 dds	64 dds	85 dds
<b>Factor A</b>			
Distanciamiento entre línea (m)			
0,9 m	10,82	11,10	14,00
1,0 m	11,45	11,55	15,13
1,1 m	11,08	11,28	15,48
1,2 m	11,73	12,23	15,63
□	11,27	11,54	15,06
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>			
Distanciamiento entre planta (m)			
0,2 m	10,96	11,00	13,99b
0,3 m	11,40	11,73	15,35ab
0,4 m	11,45	11,90	15,85a
□	11,27	11,54	15,06
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,005
CV	10,39	11,74	12,91

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).  
 dds = días después de la siembra.9

Cuando se analizó la variable número de ramas/planta arriba de la primera flor a los 85 dds, el análisis de varianza sólo estableció diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) el factor B. Distanciamiento entre planta (m), mientras que para el factor A. Distanciamiento entre línea (m) y las interacciones entre los factores, no se observaron diferencias estadísticas (**Figura 41**). Se destacó significativamente el tratamiento con mayor distanciamiento entre planta (0,4m), al registrar el mayor número de ramas/planta arriba de la primera flor, siendo muy diferente al tratamiento con menor distanciamiento entre planta (0,2 m), donde se observó el menor número de ramas (**Figura 41**). Se obtuvo un promedio de 12,81 ramas arriba de la primera flor entre los factores en estudio.



**Figura 41.** Número de ramas/planta arriba de la primera flor de algodón a los 85 dds entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). En relación al número de ramas productivas/planta a los 120 y 147 dds y en el total de ramas, el ADEVA, registró diferencias estadísticas significativas en el factor B. Distanciamiento entre planta (m), a los 120 dds ( $P < 0,01$ ) y en el total de ramas ( $P < 0,01$ ). Mientras que en el factor A. distanciamiento entre línea (m) y las interacciones entre los factores, no se registró diferencias significativas (**Tabla 42**). Cuando se compararon las medias con la prueba de Tukey, a los 120 dds, se observó el mayor número de ramas/planta en los distanciamientos entre planta de 0,4 y 0,3 m, que fueron diferentes significativamente al distanciamiento de 0,2 m, que presentó el número de ramas/planta. En el total de ramas/planta, se destacó significativamente por su mayor número de ramas/planta el distanciamiento entre planta de 0,4 m. (**Tabla 42**).

**Tabla 42.** Número de ramas productivas/planta a los 120 y 147 dds y total de ramas entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

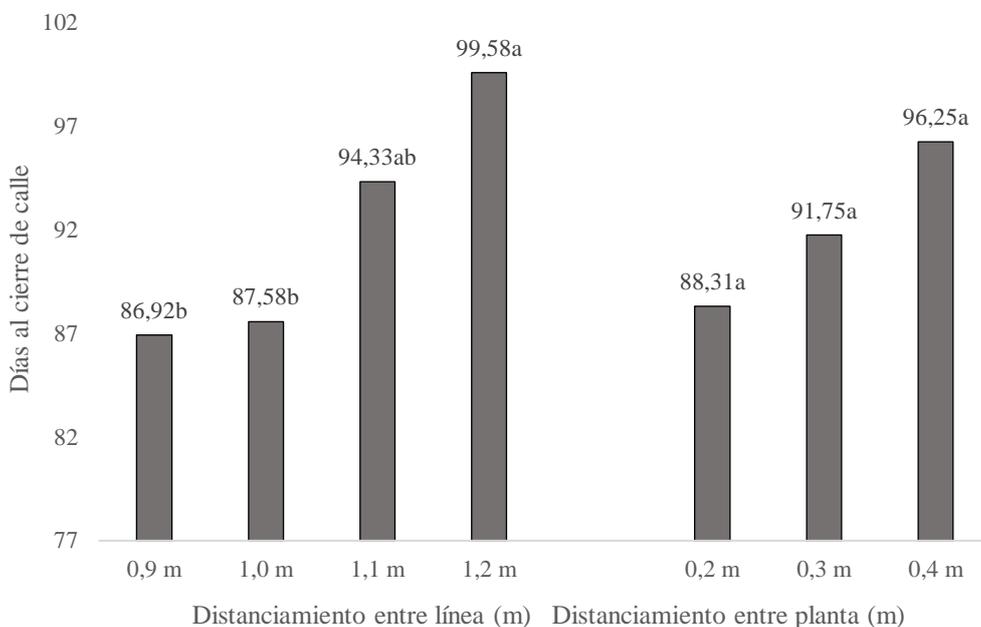
Factores en estudio	Nro. de ramas productivas		
	120 dds	147 dds	Total
<b>Factor A</b>			
Distanciamiento entre línea (m)			
0,9 m	7,53	1,95	9,48
1,0 m	8,48	2,48	10,97
1,1 m	8,03	2,07	10,10
1,2 m	8,33	3,02	11,35
□	8,10	2,38	10,48
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>			
Distanciamiento entre planta (m)			
0,2 m	6,74 b	2,53	9,26 b
0,3 m	8,30 a	1,96	10,26 ab
0,4 m	9,25 a	2,65	11,90 a
□	8,10	2,38	10,48
<b>P</b>	0,001	<i>ns</i>	0,005
<b>CV</b>	21,55	64,63	23,67

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).  
 dds = días después de la siembra.

En la **Figura 42**, se presentan los valores promedios de los días al cierre de calle de las plantas de algodón entre los factores en estudio. El ADEVA estableció diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para el factor A. Distanciamiento entre línea (m), mientras que para el factor B. Distanciamiento entre planta y sus interacciones, no se observó diferencias estadísticas. La prueba de Tukey determinó que a menor distanciamiento entre línea de siembra (0,9 y 1,0 m), se obtuvo los menores días al cierre de calle, diferenciándose significativamente del resto, que presentaron los mayores días al cierre de calle (**Figura 42**).

Cuando se analizó los valores promedio del Índice de clorofila, en las fechas 28 y 120 dds, el ADEVA determinó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) sólo para el factor B. Distanciamiento entre plantas (m), a los 120 dds (**Tabla 43**). Mientras que

para el factor A. Distanciamiento entre línea (m) y sus interacciones entre los factores, no fueron observadas diferencias significativas. La prueba de separación de medias Tukey, estableció que con la mayor separación entre plantas (0,4 m), se registró el más alto valor de Índice de clorofila a los 120 dds, que fue diferente significativamente a los otros dos distanciamientos (**Tabla 43**).



**Figura 42.** Días al cierre de calle entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana. 2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 43.** Valores promedio del Índice de clorofila (pigmentos fotosintéticos) por planta de algodón a los 28 y 120 dds registrado entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Índice de clorofila ((pigmentos fotosintéticos)	
	28 dds	120 dds
<b>Factor A</b>		
Distanciamiento entre línea (m)		
0,9 m	34,35	53,53
1,0 m	33,79	53,01
1,1 m	34,29	54,08
1,2 m	34,16	52,84
□	34,15	53,36
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>		
Distanciamiento entre planta (m)		
0,2 m	34,05	51,92 b
0,3 m	34,09	52,93 ab
0,4 m	34,30	55,24 a
□	34,15	53,36
<b>P</b>	<i>ns</i>	0,005

<b>CV</b>	2,82	5,44
-----------	------	------

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).  
 dds = días después de la siembra.

### VARIABLES PRODUCTIVAS:

En la **Tabla 44** de resultados, se presentan valores promedios de los días transcurridos desde la siembra hasta la aparición del primer botón floral, flor, bellota y capullo abierto, entre los factores en estudio. El ADEVA no estableció diferencias significativas para ninguno de los factores y sus interacciones. No obstante, se puede mencionar que en promedio se produjo el primer botón floral (34,94 dds), primera flor (56 dds), primera bellota (64 dds) y el primer capullo abierto a los 105,71 dds.

**Tabla 44.** Días después de la siembra a la aparición de: primer botón floral, flor, bellota y capullo en la parcela de algodón registrado entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Días a la aparición del primer (dds)			
	Botón floral	Flor	Bellota	Capullo
<b>Factor A</b>				
Distanciamiento entre línea (m)				
0,9 m	35,25	56,00	64,00	104,83
1,0 m	35,25	56,00	64,00	106,00
1,1 m	34,00	56,00	64,00	106,00
1,2 m	35,25	56,00	64,00	106,00
□	34,94	56,00	64,00	105,71
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>				
Distanciamiento entre planta (m)				
0,2 m	34,94	56,00	64,00	106,00
0,3 m	34,00	56,00	64,00	105,56
0,4 m	35,88	56,00	64,00	105,56
□	34,94	56,00	64,00	105,71
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	10,94	0	0	1,32

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).  
 dds = días después de la siembra.

Cuando se analizó el número de botones florales/planta, el ADEVA determinó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) para el factor B. Distanciamiento entre planta (m) a los 56 y 99 dds, así como también para el total de bellotas/planta (**Tabla 45**). Mientras que, para el factor A. Distanciamiento entre línea y sus interacciones, no se observó diferencias estadísticas en las fechas de evaluación. La prueba de separación de Tukey, estableció que en el mayor distanciamiento entre planta (0,4 m), se produjo significativamente un mayor número de botones florales/planta a los 56 y 99 dds, así como también en el total de botones/planta (**Tabla 45**).

**Tabla 45.** Número promedio de botones florales/planta a los 34, 49, 56, 64, 85 y 99 dds y total de botones, registrados entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Nro. de botones florales/planta						Total
	34	49	56	64	85	99	
<b>Factor A</b>	<b>34</b>	<b>49</b>	<b>56</b>	<b>64</b>	<b>85</b>	<b>99</b>	
Distanciamiento entre línea (m)	<b>dds</b>	<b>dds</b>	<b>dds</b>	<b>dds</b>	<b>dds</b>	<b>dds</b>	
0,9 m	0,30	6,68	15,42	17,38	5,67	6,33	51,78
1,0 m	0,42	7,28	18,58	18,42	6,55	6,22	57,47
1,1 m	0,45	6,93	17,07	16,13	6,65	7,07	54,30
1,2 m	0,42	6,82	17,52	16,18	7,05	9,00	56,98
□	0,40	6,93	17,15	17,03	6,48	7,15	55,13
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>							
Distanciamiento entre planta (m)							
0,2 m	0,36	6,93	15,55b	15,09	6,23	4,70b	48,85b
0,3 m	0,46	6,61	17,36a	18,23	6,63	8,23ab	57,51ab
0,4 m	0,36	7,25	18,53a	17,78	6,59	8,54a	59,04a
□	0,40	6,93	17,15	17,03	6,48	7,15	55,13
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,005	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,005	0,005
<b>CV</b>	52,50	18,95	17,8	31,31	33,99	66,11	21,01

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

dds = días después de la siembra

En la variable número de flores/planta de algodón, el análisis de varianza estableció diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) a los 64 dds y altamente significativas a los 99 dds, así como en el total de flores/planta ( $P < 0,01$ ) para el factor B. Distanciamiento entre planta (m). Mientras que, para el factor A. Distanciamiento entre línea y sus interacciones entre los factores, no se evidenciaron diferencias estadísticas (Tabla 46). Nuevamente, se destacó significativamente el tratamiento con mayor distanciamiento entre planta (0,4 m), que reportó los mayor valores promedio de flores/planta a los 64 y 99 dds, así como también se destacó en el total de flores/planta (Tabla 46).

**Tabla 46.** Número de flores/planta a los 56, 64, 85 y 99 dds y total de flores, registrados entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Nro. de flores/planta				
	56 dds	64 dds	85 dds	99 dds	Total
<b>Factor A</b>					
Distanciamiento entre línea (m)					
0,9 m	0,60	4,08	1,58	1,72	7,98
1,0 m	0,53	4,58	1,72	1,73	8,57
1,1 m	0,67	4,22	1,57	2,20	8,65
1,2 m	0,62	4,97	1,67	2,38	9,63
□	0,60	4,46	1,63	2,01	8,71
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>					
Distanciamiento entre planta (m)					
0,2 m	0,45	3,80 b	1,46	1,35 b	7,06 b

0,3 m	0,68	4,19ab	1,65	2,13 a	8,64ab
0,4 m	0,69	5,40 a	1,79	2,55 a	10,43a
□	0,60	4,46	1,63	2,01	8,71
<b>P</b>	<i>ns</i>	0,005	<i>ns</i>	0,001	0,001
<b>CV</b>	50,20	37,15	39,77	49,69	28

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

dds = días después de la siembra.

En la **Tabla 47** se presentan los valores promedios del número de bellotas/planta, registrado a los 64, 79, 106 y 132 dds entre los factores en estudio. El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para el factor B. Distanciamiento entre plantas (m), a los 79 y 106 dds, así como también en el número total de bellotas/planta. Mientras que para el factor A. Distanciamiento entre línea (m) y sus interacciones entre factores, no se evidenciaron diferencias significativas en ninguna de las fechas de evaluación (**Tabla 47**). La prueba de Tukey determinó que, con el mayor distanciamiento entre plantas (0,4 m), se obtuvo el más alto promedio de bellotas/planta a los 79 y 106 dds, al igual que se destacó en el número total de bellotas/planta, seguido del distanciamiento de 0,3 m entre plantas, muy diferente a los menores valores de bellotas, reportados en el distanciamiento de 0,2 m entre plantas (**Figura 47**).

Cuando se analizó los valores promedios del número de motas/planta registrados a los 106, 115 y 132 dds entre los factores en estudio, el ADEVA reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para el factor B. Distanciamiento entre plantas (m) a los 106 y 115 dds. En tanto que a los 132 dds las diferencias fueron significativas ( $P < 0,05$ ). Mientras que, en el factor A. Distanciamiento entre línea y sus interacciones, no existió diferencias estadísticas significativas (**Tabla 48**). En las tres fechas de evaluación, destacó significativamente el mayor distanciamiento entre planta (0,4 m), obteniéndose con este los más altos promedios de mota/planta (**Tabla 48**).

**Tabla 47.** Número de bellotas/planta a los 64, 79, 106 y 132 dds y total de bellotas, registrados entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Nro. de bellotas/planta				
	64 dds	79 dds	106 dds	132 dds	Total
<b>Factor A</b>					
Distanciamiento entre línea (m)					
0,9 m	0,88	9,93	16,23	7,30	23,53
1,0 m	0,85	9,70	18,78	7,17	25,95
1,1 m	0,67	9,45	19,52	9,08	28,60
1,2 m	0,78	9,10	18,20	9,50	27,70
□	0,80	9,55	18,18	8,26	26,45
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>					
Distanciamiento entre planta (m)					
0,2 m	0,79	7,09 c	15,40b	6,19	21,59b
0,3 m	0,81	9,71 b	18,55a	9,00	27,55a
0,4 m	0,79	11,84a	20,60a	9,60	30,20a
□	0,80	9,55	18,18	8,26	26,45

<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>ns</i>	<i>0,001</i>
<b>CV</b>	46,19	22,37	20,4	50,25	26,47

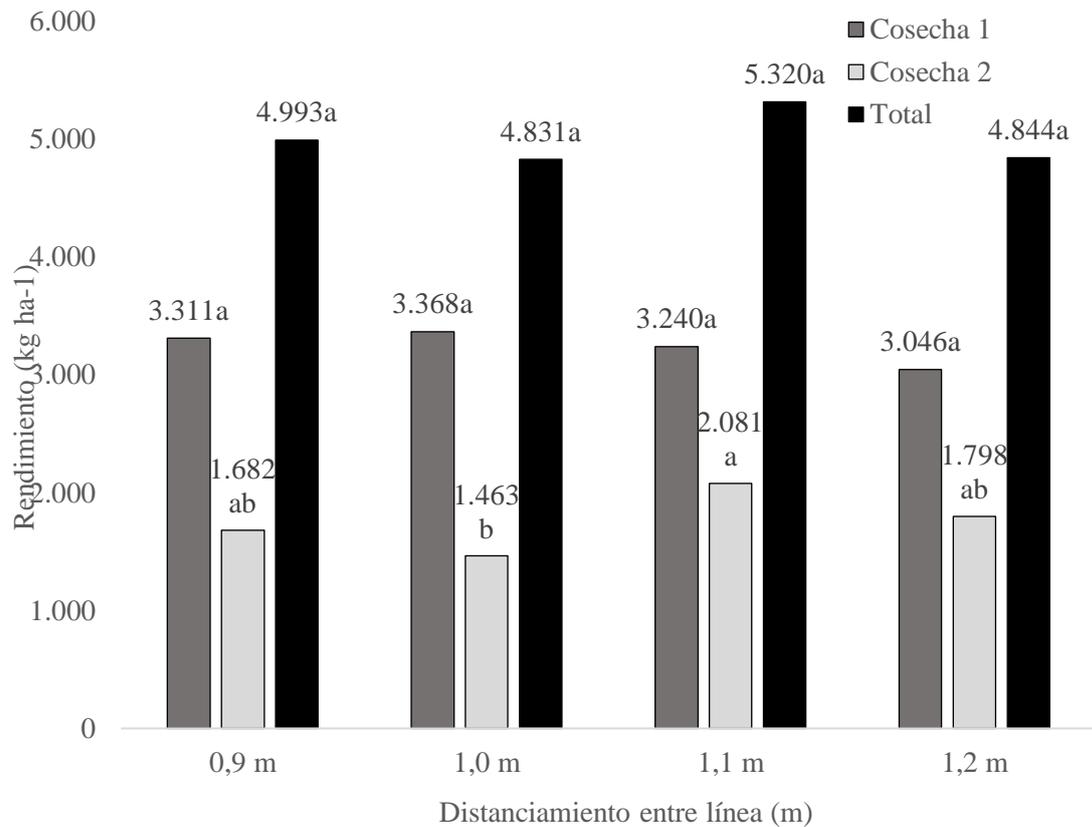
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).  
 dds = días después de la siembra.

**Tabla 48.** Número de motas abiertas/planta a los 106, 115 y 132 dds registradas entre los factores considerados en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Nro. de motas abiertas/planta		
	106 dds	115 dds	132 dds
<b>Factor A</b>			
Distanciamiento entre línea (m)			
0,9 m	1,03	3,32	11,28
1,0 m	1,18	3,45	14,23
1,1 m	1,28	3,23	13,08
1,2 m	1,03	3,63	14,37
□	1,13	3,41	13,24
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>			
Distanciamiento entre planta (m)			
0,2 m	0,74 b	2,09 b	9,91 c
0,3 m	1,04 b	3,11 b	13,06 b
0,4 m	1,63 a	5,03 a	16,75 a
□	1,13	3,41	13,24
<b>P</b>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>0,005</i>
<b>CV</b>	47,15	55,75	21,08

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).  
 dds = días después de la siembra.

Cuando se analizó el rendimiento obtenido entre las dos fechas de cosecha y el total en  $\text{kg ha}^{-1}$ , entre los factores en estudio, el ADEVA, mostró diferencias significativas ( $P < 0,005$ ), en la segunda cosecha para el factor A. Distanciamiento entre plantas (m). Mientras que, en la primera cosecha y el rendimiento total ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), no se reportaron diferencias significativas (**Figura 43**). La prueba de separación de medias Tukey, estableció que se obtuvo significativamente el mayor rendimiento en el distanciamiento de 1,1 m entre línea de siembra. No obstante, no fue establecida una diferencia significativa en el rendimiento total, se puede destacar que, fue con este mismo distanciamiento (1,1m), que se obtuvo numéricamente el más alto rendimiento total de algodón en rama ( $5320 \text{ kg ha}^{-1}$ ), mientras que con el distanciamiento de 1,0 m se reportó el menor rendimiento promedio de algodón en rama ( $4831 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (**Figura 43**).



**Figura 43.** Valores promedio del rendimiento kg ha<sup>-1</sup> de las dos cosechas y rendimiento total de algodón en rama registrado en el factor A. Distanciamiento entre líneas (m) en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

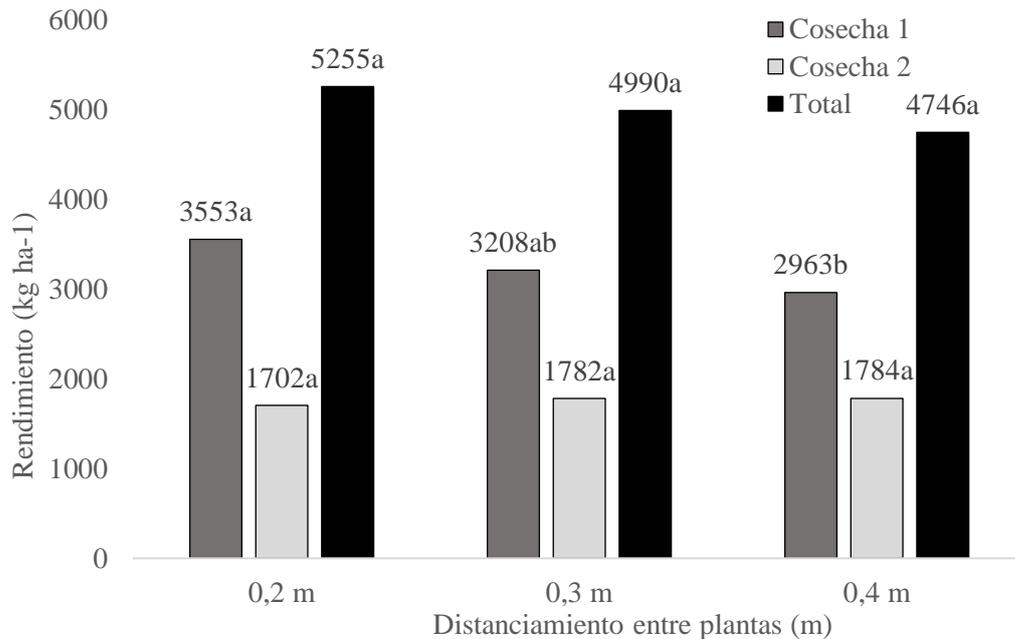
Con relación al factor B. Distanciamiento entre plantas (m), el ADEVA reportó diferencias significativas ( $P < 0,005$ ), en la primera cosecha. Mientras que, en la segunda cosecha y en el rendimiento total (kg ha<sup>-1</sup>), no se reportaron diferencias significativas (**Figura 44**), así como tampoco en la interacción entre factores. Según Tukey, se diferenció significativamente el distanciamiento de 0,2 m entre planta, con el cual se obtuvo el mejor rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> en la primera cosecha, repercutiendo, no obstante, de no existir diferencias significativas en el más alto rendimiento total de algodón en rama obtenido con este distanciamiento (5255 kg ha<sup>-1</sup>), a diferencia del distanciamiento de 0,4 m con el cual se reportó el menor rendimiento (4746 kg ha<sup>-1</sup>) (**Figura 44**).

**Variables fitosanitarias:**

Fue observado durante los primeros 15 dds, la presencia de plantas trozadas, por efecto de larvas de los géneros *Agrotis* y *Spodoptera*. Sin embargo, su daño fue poco significativo, obteniéndose un máximo de 4,37% de daño a los 15 dds. Con relación a ocurrencia de artrópodos plaga en la parte aérea de la planta, se puede destacar a las especies de trips *Frankliniella sp.*, mosca blanca *Bemisia tabaci*, áfidos o pulgones *Aphis gossypii* y Cicadelidae. Sin embargo, sus poblaciones fueron controladas oportunamente. Igualmente, fue constatada la presencia de varias especies de enemigos naturales, entre las que sobresalieron por sus poblaciones, varias especies de arañas, *Chrysoperla sp.* y varias especies de Coccinellidae. Finalmente, fue constatada la presencia de enfermedades en las bellotas, provocadas por varios hongos,



principalmente *Lasiodiplodia* sp., *Fusarium* spp. y *Colletrotrichum* spp., Sin embargo, los porcentajes de afectación no superaron el 2% de bellotas podridas.



**Figura 44.** Valores promedios del rendimiento kg ha<sup>-1</sup> de las dos cosechas y rendimiento total de algodón en rama registrado en el factor A. Distanciamiento entre planta (m) en el estudio de densidad poblacional. Teodomira-Santa Ana.2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Las variables peso de 10 bellotas (g), relación fibra-semilla y número de semillas en 100 g de mota, no mostraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los factores en estudio, ni sus interacciones.

## CONCLUSIONES

El distanciamiento entre plantas (m), fue significativamente influyente en la mayoría de las variables agronómicas y productivas, en comparación con el distanciamiento entre la línea de siembra. El distanciamiento de 1,1 m entre líneas y 0,2 m entre plantas (45454 pl ha<sup>-1</sup>), dio como resultado los mejores rendimientos en kg ha<sup>-1</sup>, obteniéndose 5320 y 5255 kg ha<sup>-1</sup> de algodón en rama, respectivamente. Los factores en estudio no influyeron sobre la incidencia de los principales artrópodos-plaga asociados al cultivo de algodón.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Andrade, P. y Gonzales, M. (2017). Análisis de la capacidad de producción de algodón en el sector Pedro Carbo y su factibilidad de exportación. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Administrativas. Guayaquil, marzo 2017.

Agrobio (2017). “Cultivos agrícolas que permiten controlar malezas”. Septiembre 13, 2017, de Agrobio México Sitio web: <http://www.agrobiomexico.org.mx/aplicaciones/>

Balzarini, G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Casanoves, F.; Di Rienzo, A. y Robledo, W. (2008). Infostat. User's guide, Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.

Brubaker, C.; Bourland, E. y Wendel, J. (1999). Cotton: origin, history, technology, and production. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-18045-9.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Ed. (s.e). Programa de Economía. CIMMYT. México, DF 22p.

Comité Consultivo Internacional del Algodón (ICAC). (2017). Consultado 12-06-2018. Disponible en:  
<http://www.asajesevilla.es/noticias/algodon/item/1092-la-superficie-mundial-de-algodon-alcanzara-31-3-millones-de-hectareas.html>

Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-Algodão). (2011). BRS 336 Cultivar de alta qualidade de fibra para cultivo no Cerrado e no Semiárido do Brasil. Campina Grande, PB. Plegable CGPE 9223.

FIRA (2017). Panorama Agropecuario, Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Algodón 2017. 22p. Consultado 15 de oct. 2018. Disponible en:  
[https://documentop.com/algodon-2017-fira\\_5a0bef2d1723ddf4bef.html](https://documentop.com/algodon-2017-fira_5a0bef2d1723ddf4bef.html)

Gaytán-Mascorro, A.; Palomo-gil, A.; Reta-Sánchez, D.G.; Godoy-Ávila, S. y García-Castañeda, E.A. (2004). Respuesta del algodón cv. Cian precoz 3 al espaciamiento entre surcos y densidad poblacional. I. Rendimiento, precocidad y calidad de fibra. *Phyton* (Buenos Aires) Volumen 2004 (1): 57-67.

Gentleman, R., & Ihaka, R. (2019). R Project for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.r-project.org/>

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (2018). Informe Técnico Anual del Proyecto +Algodón INIAP-FAO. Estación Experimental Portoviejo-INIAP. 133p.

Johnson, R.E; Walhood, V.T. y West, D.L. (1973). Short season cotton in the San Joaquin Valley. *California Agric.* 27:14-15.

Martínez Reina, A.M. y Hernández B.M.J. (2016). La competitividad del algodón colombiano frente a los principales países productores mediante el enfoque de costos de producción. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(2): 189.  
[https://doi.org/10.21930/rcta.vol16\\_num2\\_art:368](https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num2_art:368).

McCarty, J. (2017). Mejoramiento de algodón-uso de la diversidad y la resistencia de la planta hospedera. Ministerio de Agricultura de EE.UU., Servicio de Investigación Agrícola, Estado de Misisipi, Misisipi, EE.UU.

Menéndez, J. (2007). Efecto de la densidad de población y la fertilización sobre las características de los frutos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.). Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica, Núcleo de Monagas, Universidad de Oriente, Maturín. Chile.

MINAG (2010). Manual del cultivo del Algodón.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (2018). Tosagua sobreviven los últimos algodoneiros. El Comercio. Ec. 21 08:

Disponible en <https://www.elcomercio.com/actualidad/tosagua-ultimos-algodoneiros-eljuncal-ecuador.html>.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2018a). Curso de autoaprendizaje “Estrategias de fortalecimiento del sector algodoneiro para el desarrollo de la agricultura familiar”: Unidad 1. Tendencias y perspectivas regionales y globales del sector algodoneiro. 55p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2018b). El cultivo del algodón casi ha desaparecido en Ecuador. La Hora. Ec. 11 02: Disponible en: <https://lahora.com.ec/zamora/noticia/1102135010/el-cultivo-del-algodon-casi-ha-desaparecido-en-ecuador>.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2018c). Curso de autoaprendizaje “Estrategias de fortalecimiento del sector algodoneiro para el desarrollo de la agricultura familiar”: Unidad 1. Tendencias y perspectivas regionales y globales del sector algodoneiro. 55 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Cooperación Internacional Brasil. (2017). El estado de arte del sector algodoneiro en países del Mercosur y asociados.

Palomo, G.; Mascorro, G. y Ávila, G. (2000). Respuesta de cuatro variedades de algodón a la densidad poblacional, rendimiento y componentes de rendimiento. Campo Experimental La Laguna, CIRNOC, INIFAP, Apdo. Postal 247, 27000 Torreón, Coahuila, México.

Reyes, P. (2014). El algodón Pima peruano: cultivo y manejo agronómico. Universidad Nacional Piura. Ciudad Universitaria. Piura, Perú.

Rodríguez, P. (2014). Diagnóstico de la Cadena del Algodón en Ecuador, 1-2. Secretaría de agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2017). Planeación Agrícola Nacional. 2017-2030. Algodón Mexicano.

Ulloa, M.; Stewart, J. McD.; García, E.A.C.; Godoy, S.A.; Gaytán, A.M. y Acosta, S.N. (2006). Cotton genetic resources in the western states of México: in situ conservation status and germplasm collection for ex situ preservation. Genetic Res. Crop Evol. 53:653-668.

Veramendi, T. (2013). Problemática del cultivo de algodón en Perú. PPT. Slide Player. Lima, Perú.

Veramendi, T. y Lam, S. (2011). Guía Técnica Curso-Taller “Manejo Integrado del Algodoneiro. “Jornada de Capacitación UNALM-Agrobanco”. Universidad Nacional

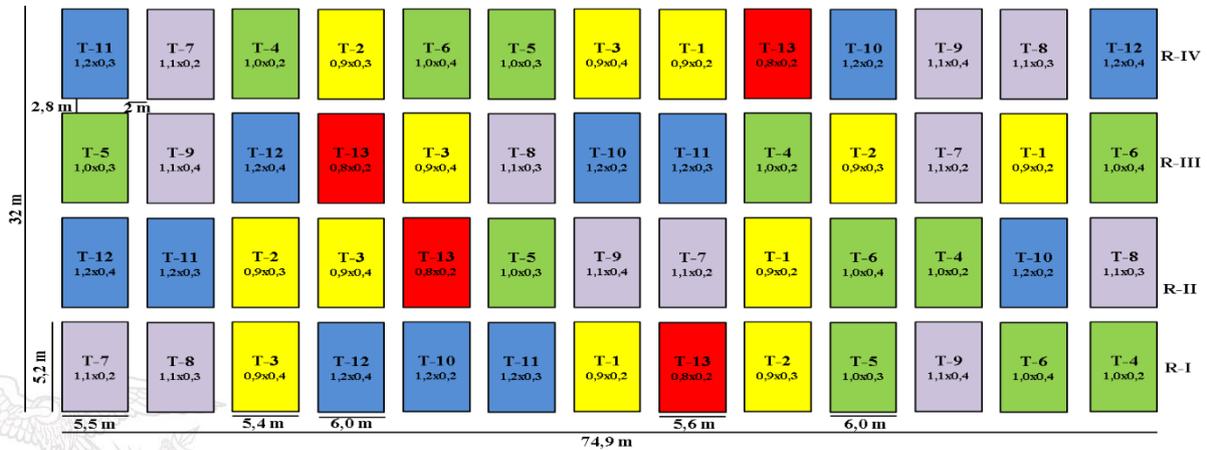


Agraria La Molina, Oficina Académica de Extensión y Proyección Social. Pág. No. 11,  
12. La Arena, Piura, Perú.

**CROQUIS DE CAMPO**

Actividad: Efecto de la densidad poblacional en el comportamiento agronómico y productivo de la variedad de algodón “BRS-336”.

Ubicación: Lote Teodomira, Lodana-Santa Ana.



Tratamiento	Nomenclatura	Distanciamiento (m)		Población (pl./ha)	Líneas de siembra
		Entre línea	Entre planta		
1	L1P1	0,9	0,2	55.556	6
2	L1P2	0,9	0,3	37.037	6
3	L1P3	0,9	0,4	27.778	6
4	L2P1	1,0	0,2	50.000	6
5	L2P2	1,0	0,3	33.333	6
6	L2P3	1,0	0,4	25.000	6
7	L3P1	1,1	0,2	45.455	5
8	L3P2	1,1	0,3	30.303	5
9	L3P3	1,1	0,4	22.727	5
10	L4P1	1,2	0,2	41.667	5
11	L4P2	1,2	0,3	27.778	5
12	L4P3	1,2	0,4	20.833	5
13	Testigo	0,8	0,2	62.500	7



## Actividad 7. Determinación de la época y dosis de aplicación del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat en el cultivo de algodón

### INTRODUCCIÓN

El algodón *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae), es un cultivo de gran importancia económica, debido a que provee fibra textil natural, destacándose Australia y Egipto por la mayor producción de algodón de calidad (FIRA, 2017). Adicionalmente, es utilizado en alimentación animal y en aceites de consumo humano (Ulloa *et al.*, 2006; 2013), aprovechándose su alto contenido de aceite y proteínas de la semilla (Brubaker *et al.*, 1999; SAGARPA, 2017). Es cultivado en regiones tropicales, principalmente en zonas secas, por lo que es algo tolerante a la sequía, desarrollándose mejor a bajas temperaturas y alta intensidad lumínica (Cothren y Oosterhuis, 2010). Es sembrada en más de 100 países y según el ICAC, la superficie algodonera a nivel mundial se incrementó en un 11%, representando 32.5 millones de hectáreas en 2017-2018 (SEEP, 2017) y una producción mundial de algodón que supera los 21 millones de toneladas métricas. Destacan por su superficie cultivada India, China, Estados Unidos, Pakistán y Brasil, que aportan con el 80% de la producción (ICAC, 2017; USDA, 2017; FAO, 2018a), mientras que al menos 65 países, aportan con la restante producción (Martínez-Reina y Hernández, 2016; McCarty, 2017; ICAC, 2017; FAO, 2018a).

La actividad algodonera en Ecuador, tuvo su mejor momento entre los años 1970-1990, llegándose a sembrar 36000 ha en 1974, sustentándose su importancia económica por la demanda de la materia prima para las hilanderías, empresas productoras de grasas comestibles y aceites, industrias textiles, además de los productos de menos impacto como pastas y tortas (Sión, 1992). No obstante, diversas circunstancias, entre ellas de índole climático y económico, lo llevaron a casi su extinción (FAO y ABC, 2017), reportándose en la actualidad, apenas 1.250 ha, cultivadas en los cantones de Tosagua (Manabí) y Pedro Carbo (Guayas), con una producción estimada, apenas de 671 TM de fibra cosechada (Rodríguez, 2014; MAG, 2018). Esta realidad, ha restringido al cultivo de algodón a una agricultura familiar, donde el 80% de ellos son hombres, siendo las mujeres requeridas durante la siembra y cosecha. Las labores del cultivo demandan una gran cantidad de mano de obra (FAO, 2018a, 2018b), lo cual puede ser una limitante de la producción. La demanda actual de fibra en el país es de aproximadamente 20.000 TM anuales (INIAP, 2018), importándose en el 2017 de Estados Unidos y Asia 14.853 TM (Andrade y Gonzales, 2017; FAO y ABC-Brasil, 2017).

El cultivo de algodón en el país, enfrenta varios problemas limitantes de su producción, entre ellos la falta de semilla de variedades de alto rendimiento, manejo inadecuado del cultivo y bajos precios internacionales (MAG, 2018), además de factores ambientales y problemas fitosanitarios, que causan pérdidas al productor (Agrobio, 2017). Varios autores coinciden con esta problemática y citan otros aspectos limitantes, como la falta de asistencia técnica, calidad de fibra y problemas en la agricultura familiar, entre otros (Veramendi, 2013).

Dentro del manejo inadecuado del cultivo de algodón en el país, podemos destacar el uso inapropiado del regulador de crecimiento, observándose por parte de los productores falta de claridad en los criterios para el uso de estas sustancias, sea en las dosis, como en el momento adecuado para su aplicación, afectando muchas veces su producción y en otras generando una



inversión innecesaria. Situación que se produce, debido muy posiblemente a que no se cuenta con tecnología actualizada y adaptada a las condiciones ambientales locales, sobre el buen uso de esta tecnología.

Al respecto, será importante considerar que las fases vegetativa y reproductiva del algodón, resultan particularmente complejas, siendo necesario manejar el balance en la regulación del crecimiento vegetativo al momento que se inicia la etapa de floración y obtener así una redistribución de los asimilados hacia las cápsulas en formación, asegurando su crecimiento y constancia en la producción a cosechar (Ooesterhuis *et al.*, 1990). Al respecto, la planta de algodón responde adecuadamente al uso de regulador de crecimiento, permitiendo manejar este balance entre el crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo (Reyes, 2014).

Los reguladores de crecimiento son compuestos orgánicos que en pequeñas dosis inhiben o retrasan el crecimiento vegetativo, la división y expansión celular, regulando así la altura y brotes de la planta, sin manifestar malformaciones en las hojas y tallos, logrando como resultado una modificación del crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas (Weaver, 1980; Weaver, 1982; Vejarano y Martínez, 1983; Abbott, 1988). EL Cloruro de Mepiquat (1-1-Dimetil Piperidin Cloruro) es un regulador de crecimiento que actúa en la planta en forma de bloque en el proceso de biosíntesis del Ácido Giberélico, imposibilitando la síntesis de una enzima en el proceso; como consecuencia, se reduce la cantidad del Ácido Giberélico en el tejido vegetal, controlando el crecimiento y elongación celular (Schott y Heydenfort, 1981; Hake *et al.*, 1991). La dosis máxima utilizada es 500 mL ha<sup>-1</sup>, sin embargo, cuando la aplicación se realiza en las primeras etapas del cultivo, se recomienda utilizar sólo 300 mL ha<sup>-1</sup> (García y Carnero, 1991). No obstante, otros estudios revelan que con la aplicación de 1 L ha<sup>-1</sup> de Cloruro de Mepiquat, se incrementa el contenido de clorofila en el cultivo de algodón, ayudando al desarrollo de las cápsulas y fomento de la maduración, en comparación con las plantas testigos (BASF, 1990).

## JUSTIFICACIÓN

Con los antecedentes expuestos, se puede mencionar que el sector algodonero enfrenta grandes desafíos a nivel internacional y nacional, que requiere de cooperación e implementación de estrategias en conjunto con los actores involucrados, generación y validación de tecnologías acorde a las realidades locales y de fácil adopción.

En este contexto surge el proyecto país GCP/RLA/199/BRA "Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar", firmado entre el gobierno de Brasil, por intermedio de la Agencia Brasileña de Cooperación del Ministerio de Relaciones Exteriores (ABC/MRE), el Instituto Brasileño del Algodón (IBA) y la Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe (FAO RLC), dentro del cual, instituciones como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2018), Universidad Técnica de Manabí, entre otros, realizan esfuerzos para fortalecer el conocimiento en torno a este cultivo para mejorar sustancialmente su productividad.



Se ha mencionado que esta planta debe mantener un complejo balance entre las fases vegetativa y reproductiva, regulando el crecimiento vegetativo en el momento que ha comenzado la etapa de floración en el cultivo, obteniéndose así éxito en su producción. En este sentido, el algodón responde positivamente a la aplicación de reguladores de crecimiento, que no son otra cosa que compuestos orgánicos distintos a los nutrientes, que se aplican en pequeñas dosis para inhibir o modificar el crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas (Weaver, 1980; Abbott, 1988).

El sitio de máximo efecto del Cloruro de Mepiquat ocurre hasta el nudo 12, por encima de este punto de retención de cápsula por efecto del regulador, se minimiza a un 18%. Estos efectos son el resultado del cambio influenciado por el producto sobre la estructura y la disponibilidad extra de energía para enfocarse en los frutos (Guthrie, 1995). Según Duli *et al.*, (2000), al evaluar diversas aplicaciones de Cloruro de Mepiquat y Pix Plus®, se pudo observar una mayor reducción en la altura de la planta, mejor funcionamiento en las tasas de intercambio de CO<sub>2</sub> y aumento en contenido de almidones en hoja de algodón, pero no influyó en el incremento de la fibra. En otros trabajos donde se aplicó los reguladores Pix y Cycocel, provocaron un acortamiento en la altura de las plantas, en contraste con el testigo. La disminución de la altura varió un 32% en los años con menos lluvias y 37% en los años con mayor humedad. El Pix fue el más eficiente regulando en cuanto al desarrollo de las plantas en los años con mayores humedades (Gahan y Zavala, 1999). La longitud de entrenudos situados en la parte inferior de la planta de algodón tuvo una reducción por efecto de los tratamientos con regulador, oscilando la reducción de la longitud entre 14,7% y 20,7% en comparación con el testigo no tratado (Valera y Vallejo, 1982).

La utilización de los reguladores de crecimiento es una práctica cultural opcional en la producción agrícola, particularmente cuando la cosecha es manual. Sin embargo, será importante considerarla en campos con alta fertilidad, en zonas con periodos lluviosos frecuentes que benefician el crecimiento. Por otro lado, es una práctica indispensable y fundamental en los sistemas de producción con cosecha mecanizada, contribuye a enfocarse en la formación, maduración de cápsula y uniformidad de la maduración del follaje (Ibalo, 1999). Finalmente, el uso de reguladores de crecimiento, busca la reducción del porte de la hoja, disminución de los entrenudos del tallo principal, de las ramas frutales y por consiguiente, presentar una mejoría en la disposición de la radiación en la parte interior de la planta (Kerby y Keely, 1974).

Si bien es cierto se ha descrito en este documento, el mecanismo de acción y las posibles ventajas del uso de regulador de crecimiento en algodón, no es menos cierto, que la aplicación del regulador Cloruro de Mepiquat, ha tenido resultados tanto favorables como desfavorables sobre la retención de estructuras, dependiendo de la postura del fruto en la planta. Mientras que, en nuestro país, al momento, no se tiene estudios actualizados sobre la dosis y momento oportuno en las que se debería aplicar este insumo.

En tales circunstancias, surge la necesidad de esta investigación, que plantea evaluar la época y dosis apropiada de aplicación del Cloruro de Mepiquat en el cultivo de algodón”, como una práctica que busca incrementar la productividad y calidad del algodón.



## OBJETIVOS

### Objetivo general:

Generar conocimiento sobre el uso adecuado del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat para incrementar el rendimiento del algodón.

### Objetivos específicos:

Evaluar la respuesta agronómica y productiva de la planta de algodón a la aplicación del regulador del crecimiento Cloruro de Mepiquat.

Determinar la dosis adecuada y época de aplicación del regulador del crecimiento Cloruro de Mepiquat para incrementar la productividad del cultivo de algodón.

Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación

La presente investigación se desarrolló entre los meses de febrero a julio de 2020, en el lote Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana del Cantón Santa Ana provincia de Manabí, en las coordenadas geográficas (01°09'51" S y 80°23'24" O, a una altitud de 60 m.s.n.m.) y bajo las siguientes características edafoclimáticas (temperatura 26,4 °C; precipitación 851,57 mm; humedad relativa 81%; heliofanía anual 1604 horas sol), topografía plana y suelo franco arcilloso.

### Factores en estudio

#### Factor A. Época (programa) de aplicación del regulador de crecimiento (dds)

- E1. 50 dds (una aplicación)
- E2. 50 dds - 70 dds (dos aplicaciones)
- E3. 50 dds - 70 dds - 80 dds (tres aplicaciones)

#### Factor B. Dosis de regulador de crecimiento (mL ha<sup>-1</sup>)

- D1. 300
- D2. 600
- D3. 900
- D4. 1200

#### Testigo (control)

Sin regulador de crecimiento

### Tratamientos

La combinación de los factores y niveles en estudio dio como resultado los siguientes tratamientos.

---

Factores en estudio

---



Tra t.	Nomenclat ura	Época de aplicación del regulador de crecimiento (dds)			Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )		
		Primera	Segund a	Tercera	Primera	Segund a	Tercera
1	E1D1	50			300		
2	E1D2	50			600		
3	E1D3	50			900		
4	E1D4	50			1200		
5	E2D1	50	70		100	200	
6	E2D2	50	70		200	400	
7	E2D3	50	70		300	600	
8	E2D4	50	70		400	800	
9	E3D1	50	70	80	50	100	150
10	E3D2	50	70	80	100	200	300
11	E3D3	50	70	80	150	300	450
12	E3D4	50	70	80	200	400	600
13	Testigo control (sin aplicación de regulador de crecimiento)						

### Características del campo experimental

Número de tratamientos	13
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimental	52
Distanciamiento entre línea	1,1 m
Distanciamiento entre planta	0,3 m
Número de líneas/parcelas	5
Número de plantas/sitio	1
Longitud de hilera	6 m
Área de la parcela	33 m <sup>2</sup> (5,5 x 6 m)
Área útil de la parcela	19,8 m <sup>2</sup> (3,3 x 6 m)
Número de plantas/línea de siembra	20 sitios
Población de plantas/ha	30.303 pl ha <sup>-1</sup>
Separación entre parcela	2 m
Separación entre repeticiones	3 m
Área total del experimento (75x 24,6m)	2.995,2 m <sup>2</sup> (83,2 x 36 m)

### Diseño experimental

El experimento se condujo con un Diseño de Bloques Completamente al Azar, en Arreglo Factorial aditivo (A x B+1), con cuatro repeticiones.

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Total	(t)(r)-1	51
Repeticiones	r-1	3
Tratamientos	(t-1)	12
Factor A	a-1	(2)



Factor B	b-1	(3)
A x B	(a-1) (b-1)	(6)
Testigo vs factorial	(t-1)-[(a-1)-(b-1)-(a-1)(b-1)]	(1)
Error Experimental	(r-1) (t-1)	36

### Análisis estadístico

Antes de someter los datos al análisis de varianza, se comprobó los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y de homogeneidad de varianzas con la prueba de Bartlett. Para probar el efecto de los tratamientos en estudio, se realizaron comparaciones de las medias de los tratamientos a través de la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Para el análisis se empleó el Software estadístico R Studio versión 3.6 (Gentleman y Ihaka, 2019).

### Manejo específico del experimento

La preparación del suelo se hizo en forma mecanizada mediante un pase de arado, dos pases de rastra y un pase de rotavator. Previa a la siembra se realizó el respectivo análisis de suelo. La siembra se realizó de forma manual, utilizando la variedad Coker, de la campaña 2019, colocando tres semillas/sitio, con el distanciamiento de 1,1 m entre línea y 0,3 m entre planta, con lo cual se obtuvo una población de 30303 pl ha<sup>-1</sup>. A los 15 días después de la siembra (dds), se procedió al raleo, dejando una planta por sitio, con lo que se obtuvo la densidad poblacional de plantas/ha. Previa a la siembra, la semilla fue tratada con carboxin + captan (Vitavax) 3 g/kg de semilla y thiodicarb + imidacloprid (Semeprid) 25 mL /kg de semilla. Para el control de malezas, inmediatamente después de la siembra, se realizó la aplicación del herbicida pre-emergente (pendimentalina 4 L ha<sup>-1</sup>) + un quemante (paraquat 4 L ha<sup>-1</sup>) y se adicionó el insecticida clorpirifos (1 L ha<sup>-1</sup>), para controlar plagas presentes en el suelo. Posteriormente, a los 20 dds, se aplicó en post-emergente el herbicida (Verdict 0,6 L ha<sup>-1</sup>), siendo necesario realizar además dos deshierbas manuales complementarias hasta el cierre de calle del cultivo. De manera general, las plagas se mantuvieron en baja incidencia, siendo necesario apenas dos aplicaciones de plaguicidas, a los 40 dds con lambda cihalotrina+thiametoxam, (1 mL/L agua) y a los 86 dds con abamectina (1,5 mL/L agua), para el control de trips, mosca blanca y ácaros. La aplicación del regulador de crecimiento se realizó en el momento y dosis concordantes a los tratamientos planteados.

La fertilización se realizó en base al análisis de suelo, siendo el elemento faltante el nitrógeno. Se efectuaron dos aplicaciones de fertilizantes, a los 20 y 50 dds, empleando la mezcla de urea + YaraMila® (1:2). En cada ocasión se terminó aplicando 180 kg ha<sup>-1</sup> de la mezcla. La cosecha en ambiente seco, en forma gradual a su madurez, colectando capullos maduros a los 126 y 162 dds.

### Aplicación de tratamientos (regulador de crecimiento)

Se utilizaron como regulador de crecimiento el Cloruro de Mepiquat (1-1-Dimetil Piperidin Cloruro), que es una sustancia que actúa en la planta bloqueando el proceso de biosíntesis del Ácido Giberélico, imposibilitando la síntesis de una enzima en el proceso; como consecuencia, se reduce la cantidad del Ácido Giberélico en el tejido vegetal, controlando el crecimiento y elongación celular (Schott y Heydenfort, 1981; Hake et al., 1991). Los tratamientos se



aplicaron en las dosis de (300, 600, 900 y 1200 mL ha<sup>-1</sup> de Cloruro de Mepiquat), fraccionados y aplicados en 1, 2 y 3 momentos o épocas (49, 70, 84 dds), según el tratamiento. La fecha de inicio de la aplicación del regulador coincide con el periodo de emisión de botones florales e inicio de la mayor actividad de crecimiento de la planta de algodón. Para la aplicación del regulador se utilizará una neblinadora a motor marca Solo™, con un gasto de agua de 600, 750 y 900 L ha<sup>-1</sup>, en cada aplicación respectivamente.

## Levantamiento de la información

### Variabes agronómicas y fisiológicas

En cada parcela y utilizando la técnica de muestreo aleatorio simple (MAS), se marcó aleatoriamente cinco plantas, donde se registraron las siguientes variables agronómicas:

**Porcentaje de germinación** a los 6 y 8 dds, obtenidos de la relación entre el número total de plantas esperadas y emergidas. **Altura de planta (cm)**, evaluada a los 16, 22, 29, 35, 49, 73 y 125 dds, registrando la altura desde la superficie del suelo hasta el ápice de cada una de las cinco plantas. **Incremento diario de altura de planta (cm)**, para lo cual utilizaron datos de altura de planta de la variable anterior, realizando una relación entre la altura ganada entre cada fecha de evaluación, dividida para el número de días en el intervalo. **Incremento de altura de planta (cm) entre las fases de desarrollo**, para este caso, se relacionó el incremento de altura entre cada una de las fases de desarrollo (vegetativa, floración, fructificación, productiva).

**Diámetro del tallo (mm)**, a los 52, 70 y 125 dds, se determinó el diámetro del tallo a las plantas marcadas, a una altura de 10 cm desde la base del suelo, utilizando un calibrador “vernier” digital. **Número de entrenudos del tallo**, evaluado a los 34 y 57 dds, considerándose a partir de la rama vegetativa hasta el ápice de las plantas marcadas. **Longitud de entrenudos (cm)**, a los 58, 70 y 128 dds, se midió la longitud a los cinco entrenudos terminales de cada planta marcada. **Número total de ramas/planta**, a los 57, 64 y 91 dds, se evaluó el número total de ramas/planta, contabilizando a partir de la rama vegetativa. **Número de ramas/planta arriba de la primera flor:** A los 85 dds se registró el número de ramas/planta, presentes arriba de la rama conteniendo la primera flor emitida en las cinco plantas marcadas. El **Número de ramas productivas por planta**, a los 120 y 147 dds, se contabilizó en las plantas marcadas, el número de ramas productivas, considerándose a aquellas que presentaban al menos un capullo maduro abierto apto para la cosecha. **Días al cierre del cultivo**, para el efecto, a partir de los 56, 64, 79, 85 y 106 dds, se evaluó los días al cierre de calle en cada parcela, considerándose para esto cuando, cuando el entrecruzamiento con las ramas vecinas de las líneas de siembra, sobrepasaban el 75%, cubriendo así el terreno de las entrelineas.

También se consideraron variables fisiológicas, como el **Índice de clorofila (pigmentos fotosintéticos)**, para lo cual se realizaron evaluaciones a los 28 y 120 dds, registrando la lectura en dos hojas expuestas a la luz, del tercio medio por cada una de las cinco plantas marcadas en la parcela. Se utilizó el determinador clorofilímetro Minolta SPAD 502 plus™. Estas mediciones se realizarán entre las 11:00 am a 14:00 pm.

### Variabes productivas

Paralelamente, se registraron también las siguientes variables productivas: **Días a aparición del primer botón floral y número de botones florales/planta**, a los 34, 49, 56, 64, 85 y 99



dds, se contabilizó el número de botones florales/planta marcada y se estableció los días en que apareció el primer botón floral en cada parcela. **Días a la apertura de la primera flor y número de flores/planta**, a los 56, 64, 85 y 99 dds, se contabilizó el número de flores/planta marcada y se estableció la fecha en que apareció la primera flor en la parcela. **Días a la aparición de la primera bellota y número promedio de bellotas/planta**, a los 64, 79, 106 y 132 dds, se registró el número de bellotas/planta y se determinó los días a la apareció la primera bellota en la parcela. **Días a la apertura del primer capullo y número de capullos/planta**, a los 106, 115 y 132 dds, se evaluó el número de capullos/planta, registrando el día en que apareció el primer capullo (apertura) en la parcela.

**Peso de 10 bellotas (g)**, a los 135 dds, se colectaron aleatoriamente del área útil de cada parcela 10 bellotas desarrolladas, registrándose el peso (g) de las 10 bellotas. **Rendimiento en kg/parcela y kg ha<sup>-1</sup>**: En cada uno de los dos pases de cosecha, se registró el peso en kg/parcela útil, que luego fue acumulado en kg total/parcela y a partir de éste, se transformó a rendimiento kg ha<sup>-1</sup>. **Relación fibra-semilla**, de una muestra de 100 g de algodón en rama/parcela, se procedió a desmotar para determinar el peso por separado de la fibra y las semillas, estableciéndose así la relación porcentual fibra-semilla. Finalmente, se contabilizó el número de semillas contenidas en 100 g de mota.

#### Monitoreo de artrópodos-plaga, benéficos y enfermedades

Durante esta investigación también fue evaluada la ocurrencia de plagas y enfermedades asociados al cultivo de algodón, entre estas se menciona: **Incidencia de gusanos trozadores**, a los 6, 8 y 15 dds, se registró el número de plántulas de algodón trozadas por acción de insectos de los géneros *Agrotis* sp. y *Spodoptera* spp. en el área útil de cada parcela y se lo relacionó con el número total de plantas emergidas, determinado así el porcentaje de daño de estas plagas en algodón. **Incidencia otros artrópodos**, utilizando la técnica del muestreo directo, a los 64 dds, se realizó una evaluación para determinar las poblaciones presentes de los principales artrópodos-plaga y benéficos en las cinco plantas marcadas de cada unidad experimental. Finalmente, a los 106 dds, se contabilizó el total de bellotas/planta y se lo relacionó con el número de bellotas podridas, llevándolo a **porcentaje de bellotas enfermas**.

## RESULTADOS

#### Variables agronómicas y fisiológicas:

En la **Tabla 49** de resultados, se presentan los valores promedios del porcentaje de germinación, obtenido entre los factores en estudio. El ADEVA no estableció diferencias significativas para ninguno de los factores e interacciones en estudios ( $P > 0,05$ ), a los seis y ocho días después de la siembra (dds). Se pudo constatar un ligero incremento en la germinación entre los 6 y 8 dds en los factores estudiados.

**Tabla 49.** Porcentaje de germinación de algodón a los 6 y 8 dds entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Porcentaje de geminación
---------------------	--------------------------



<b>Factor A</b>	<b>6 dds</b>	<b>8 dds</b>
Época de aplicación del regulador de crecimiento		
E1. 49 dds	42,38	55,12
E2. 49 dds – 70 dds	43,87	56,88
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds	43,32	55,27
□	43,19	55,76
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>		
Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )		
D1. 300 mL	41,98	56,56
D2. 600 mL	41,77	54,06
D3. 900 mL	46,04	56,77
D4. 1200 mL	42,97	55,63
□	43,19	55,76
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	20,43	8,89

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 dds = días después de la siembra

Los valores promedios de la variable altura de planta de algodón (cm), registrados a los 16, 22, 29, 35, 49, 73 y 125 dds se presentan en la **Tabla 50**. El ADEVA sólo determinó diferencias significativas para el factor A. Época de aplicación del regulador de crecimiento, a los 125 dds ( $P < 0,05$ ). Mientras que, para el factor B. Dosis de regulador de crecimiento (mL ha<sup>-1</sup>) y sus interacciones, no fue encontrado diferencias significativas en ninguna de las fechas de evaluación ( $P > 0,05$ ). La prueba de separación de medias Tukey, determinó que cuando se aplicó el Cloruro de Mepiquat (CM), en tres momentos del cultivo (49, 70 y 84 dds), se alcanzó una menor altura de planta, siendo diferente significativamente al tratamiento donde se aplicó el CM en un solo momento (49dds), con el que se logró una mayor altura de planta a los 125 dds (**Tabla 50**).

En la **Tabla 51**, se observan los valores promedios del incremento diario de altura de planta, en las fases de desarrollo del algodón (vegetativa, botoneo, floración, fructificación y producción). Según el ADEVA, sólo hubo respuesta altamente significativa al factor A. Época de aplicación del regulador de crecimiento ( $P < 0,05$ ). Mientras que, para el factor B. Dosis de regulador de crecimiento (mL ha<sup>-1</sup>) y sus interacciones, no fue encontrado diferencias significativas en ninguna de las fases de desarrollo. En el tratamiento donde se aplicó el CM en un solo momento (49 dds) las plantas tuvieron un mayor crecimiento diario en la fase productiva (73-125 dds), en comparación con los otros dos tratamientos donde se aplicó el CM en dos y tres ocasiones. No obstante, no haberse reportado diferencias significativas, se pueden observar que, fue en la fase de floración (35-49 dds), donde realmente se produjo el mayor incremento de altura diario de las plantas de algodón, con una media de 2,54 cm diarios y a partir de esta fase hacia la producción, este incremento decreció progresivamente (**Tabla 51**).



**Tabla 50.** Altura de planta de algodón a los 16, 22, 29, 35, 49, 73 y 125 dds, registrada entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio Factor A	Altura de planta (cm)						
	16 dds	22 dds	29 dds	35 dds	49 dds	73 dds	125 dds
Época de aplicación del regulador de crecimiento							
E1. 49 dds		15,4	22,5	33,7	70,1	95,0	
	9,88	0	3	4	9	8	123,09 a
E2. 49 dds – 70 dds	10,5	15,8	22,5	33,8	68,7	90,1	105,94
	8	5	3	4	4	8	ab
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds	10,4	15,7	22,7	34,4	69,9	93,3	
	1	3	6	1	4	4	111,66 b
□	10,2	15,6	22,6	34,0	69,6	92,8	
	9	6	1	0	2	7	113,56
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,005
<b>Factor B</b>							
Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )							
D1. 300 mL	10,3	15,4	22,6	34,1	69,3	94,0	
	4	9	8	3	3	4	118,15
D2. 600 mL	10,2	15,5	22,4	33,9	69,2	92,2	
	0	4	3	3	0	8	111,73
D3. 900 mL	10,4	16,0	22,6	33,7	70,9	93,9	
	3	3	1	4	0	0	113,50
D4. 1200 mL	10,1	15,5	22,6	34,1	69,0	91,2	
	8	8	9	8	5	5	110,87
□	10,2	15,6	22,6	34,0	69,6	92,8	
	9	6	0	0	2	7	113,56
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	8,98	7,8	6,94	6,73	10,3	13,6	12,63
							1

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

dds = días después de la siembra

**Tabla 51.** Incremento diario de altura (cm) en las diferentes fases de desarrollo del algodón, en función de los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio Factor A	Incremento diario de altura (cm) entre las fases de desarrollo				
	Vegetati va	Botone o	Floració n	Fructificaci ón	Producció n



Época de aplicación del regulador de crecimiento	22-29 dds	29-35 dds	35-49 dds	49-73 dds	73-125 dds
E1. 49 dds	1,02	1,87	2,60	1,04	0,54 a
E2. 49 dds – 70 dds	0,95	1,89	2,49	0,89	0,30 b
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds	1,00	1,94	2,54	0,98	0,35 b
□	0,99	1,90	2,54	0,97	0,40
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,001
<b>Factor B</b>					
Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )					
D1. 300 mL	1,03	1,91	2,51	1,03	0,46
D2. 600 mL	0,98	1,92	2,52	0,96	0,37
D3. 900 mL	0,94	1,86	2,65	0,96	0,38
D4. 1200 mL	1,02	1,92	2,49	0,93	0,38
□	0,99	1,90	2,54	0,97	0,40
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	12,13	9,68	17,25	31,73	31,88

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

dds = días después de la siembra

Los valores promedios del diámetro de tallo (mm) de la planta de algodón, se encuentran en la **Tabla 52**. El análisis de varianza, no determinó respuesta significativa ( $P > 0,05$ ), de la variable diámetro de tallo del algodón, a ninguno de los factores en estudio y sus interacciones.

**Tabla 52.** Diámetro del tallo (mm) de la planta de algodón a los 52, 70 y 125 dds entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Diámetro del tallo (mm)		
	52 dds	70 dds	125 dds
<b>Factor A</b>			
Época de aplicación del regulador de crecimiento			
E1. 49 dds	12,69	14,60	17,21
E2. 49 dds – 70 dds	12,49	14,25	16,56
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds	12,39	14,10	16,75
□	12,53	14,32	16,84
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>			
Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )			
D1. 300 mL	12,26	14,38	17,00
D2. 600 mL	12,46	14,39	16,70
D3. 900 mL	13,01	14,57	16,96
D4. 1200 mL	12,38	13,93	16,70



□	12,53	14,32	16,84
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	10,03	9,67	9,20

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

dds = días después de la siembra.

El ADEVA, no estableció diferencias significativas en la variable número de entrenudos del tallo, para ninguno de los factores en estudio en las dos fechas de evaluación, así como tampoco en sus interacciones (**Tabla 53**). Con relación a la variable longitud promedio de entrenudos (cm), sólo hubo diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), para el factor A. Época de aplicación del regulador de crecimiento a los 128 dds. Mientras que en el factor B. Dosis de regulador de crecimiento (mL ha<sup>-1</sup>) y sus interacciones, no se encontró significación estadística. Según la prueba de comparación de medias Tukey, se diferenció significativamente de los demás, la aplicación del regulador (CM) en un solo momento (49dds), presentando las plantas, la mayor longitud de entrenudos (cm), diferente a los otros dos tratamientos que presentaron significativamente la menor longitud de entrenudos/planta a los 128 dds (**Tabla 53**).

En la **Tabla 54** se presentan los valores promedios del número total de ramas por planta, registrado a los 57, 64 y 91 dds. El análisis de varianza reportó apenas diferencias significativas en el factor A. Época de aplicación del regulador de crecimiento (CM), a los 91 dds, obteniéndose el mayor número total de ramas/planta en el tratamiento donde se aplicó el CM en un solo momento (49dds), diferente significativamente a los otros dos tratamientos donde se aplicó el CM en dos y tres momentos, que presentaron menor número total de ramas/planta (**Tabla 54**).

**Tabla 53.** Valores promedios de las variables número de entrenudos del tallo (34 y 57 dds) y longitud de entrenudos (58, 70 y 128 dds) entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio Factor A	Nro. de entrenudos		Longitud de entrenudos (cm)		
	34 dds	57 dds	58 dds	70 dds	128 dds
Época de aplicación del regulador de crecimiento					
E1. 49 dds	6,23	14,54	5,52	4,07	2,40 a
E2. 49 dds – 70 dds	6,34	14,13	5,39	4,00	1,94 b
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds	6,31	14,04	5,46	4,45	1,92 b
□	6,29	14,23	5,45	4,17	2,08
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,001



<b>Factor B</b>					
Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )					
D1. 300 mL	6,23	14,15	5,54	4,37	2,19
D2. 600 mL	6,45	14,35	5,34	4,13	2,05
D3. 900 mL	6,18	14,37	5,44	4,18	1,92
D4. 1200 mL	6,30	14,07	5,50	4,02	2,17
□	6,29	14,23	5,45	4,17	2,08
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	6,98	5,42	12,71	17,38	18,00

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 dds = días después de la siembra.

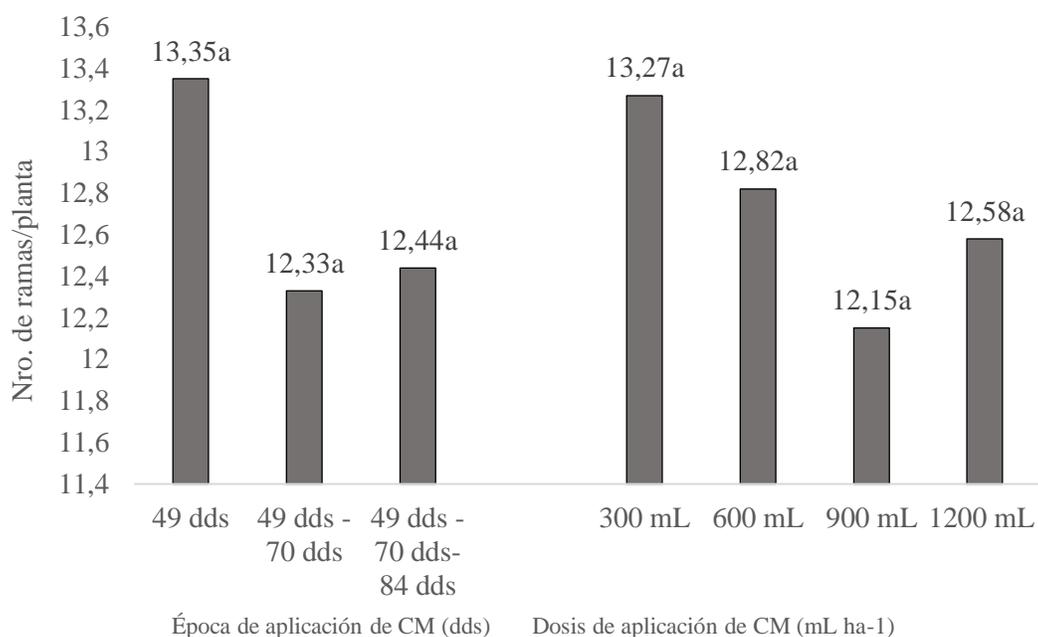
**Tabla 54.** Número total de ramas por planta de algodón a los 57, 64 y 91 dds entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020.

<b>Factores en estudio</b>	<b>Nro. total de ramas/planta</b>		
	<b>57 dds</b>	<b>64 dds</b>	<b>91 dds</b>
<b>Factor A</b>			
Época de aplicación del regulador de crecimiento			
E1. 49 dds	11,99	13,98	17,44 a
E2. 49 dds – 70 dds	11,41	12,94	15,88 b
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds	11,35	13,16	16,20 b
□	11,58	13,36	16,50
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,005
<b>Factor B</b>			
Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )			
D1. 300 mL	11,43	13,07	16,57
D2. 600 mL	11,60	13,70	16,73
D3. 900 mL	11,75	13,87	16,48
D4. 1200 mL	11,55	12,80	16,23
□	11,58	13,36	16,50
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	7,73	12,84	8,54

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 dds = días después de la siembra.

Cuando se analizó la variable número de ramas/planta arriba de la primera flor de algodón a los 85 dds, el análisis de varianza no estableció diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para los factores en estudio, ni sus interacciones (**Figura 45**).





**Figura 45.** Número de ramas/planta arriba de la primera flor de algodón a los 85 dds entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana. 2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). dds = días después de la siembra.

En relación al número de ramas productivas/planta a los 120 y 147 dds y en el total de ramas, el ADEVA, tampoco registró diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) en los factores en estudio y sus interacciones (**Tabla 55**).

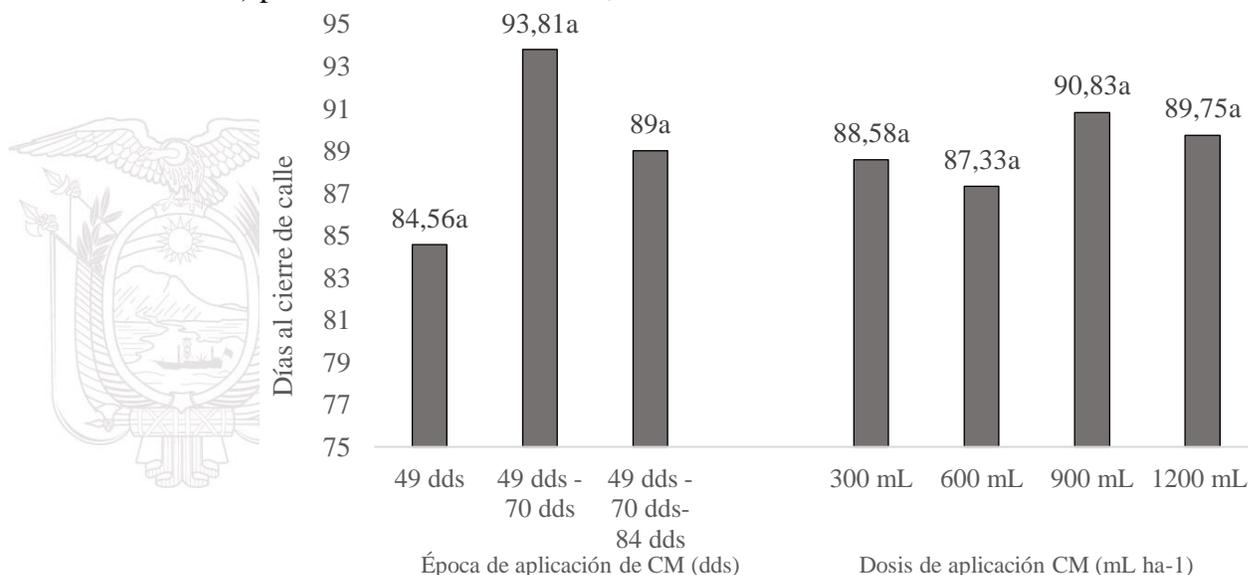
**Tabla 55.** Número de ramas productivas/planta a los 120 y 147 dds y total de ramas entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana. 2020.

Factores en estudio	Nro. de ramas productivas		
	120 dds	147 dds	Total
<b>Factor A</b>			
Época de aplicación del regulador de crecimiento			
E1. 49 dds	4,61	4,58	9,19
E2. 49 dds – 70 dds	5,55	4,04	9,59
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds	5,48	3,68	9,15
□	5,21	4,10	9,31
<b>P</b>	ns	ns	ns
<b>Factor B</b>			
Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )			

D1. 300 mL	5,55	4,13	9,68
D2. 600 mL	5,40	4,15	9,55
D3. 900 mL	5,10	3,95	9,05
D4. 1200 mL	4,80	4,15	8,95
□	5,21	4,10	9,31
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	24,88	26,50	15,39

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 dds = días después de la siembra.

En la **Figura 46**, se presentan los valores promedios de los días al cierre de calle de las plantas de algodón entre los factores en estudio. El ADEVA no determinó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para los factores en estudio, ni sus interacciones.



**Figura 46.** Días al cierre de calle entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). dds = días después de la siembra.

Cuando se analizó los valores promedio del Índice de clorofila, en las fechas 28 y 120 dds, el ADEVA determinó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ) sólo para el factor A. Época de aplicación del regulador de crecimiento (CM), a los 120 dds (**Tabla 56**). Mientras que para el factor B. Dosis de regulador de crecimiento ( $\text{mL ha}^{-1}$ ) y sus interacciones entre los factores, no fueron observadas diferencias significativas. La prueba de separación de medias Tukey, estableció que cuando se aplica el CM en tres y dos momentos del cultivo, se registra un mejor índice de clorofila, diferente significativamente de cuando se aplicó CM en un solo momento (49dds), donde se obtuvo un índice de clorofila inferior.

**Tabla 56.** Valores promedio del Índice de clorofila (pigmentos fotosintéticos) por planta de algodón a los 28 y 120 dds registrado entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020.



Factores en estudio Factor A	Índice de clorofila ((pigmentos fotosintéticos))	
	28 dds	120 dds
Época de aplicación del regulador de crecimiento		
E1. 49 dds	33,97	51,75 b
E2. 49 dds – 70 dds	34,01	55,01 a
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds	33,67	55,81 a
□	33,88	54,19
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>0,001</i>
<b>Factor B</b>		
Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )		
D1. 300 mL	33,79	53,06
D2. 600 mL	33,97	54,86
D3. 900 mL	33,86	54,54
D4. 1200 mL	33,92	54,30
□	33,89	54,19
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	2,99	5,32

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

dds = días después de la siembra

#### Variables productivas:

En la **Tabla 57** de resultados, se presentan valores promedios de los días transcurridos desde la siembra hasta la aparición del primer botón floral, flor, bellota y capullo abierto, entre los factores en estudio. El ADEVA no estableció diferencias significativas para ninguno de los factores y sus interacciones. Sin embargo, se puede mencionar que, en promedio, bajo las condiciones de manejo de este experimento, se produjo el primer botón floral (34 dds), primera flor (56 dds), primera bellota (64 dds) y el primer capullo abierto en promedio a los 101,631 dds.

**Tabla 57.** Días después de la siembra a la aparición de: primer botón floral, flor, bellota y capullo en la parcela de algodón registrado entre los factores en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio Factor A	Días a la aparición del primer (dds)			
	Botón floral	Flor	Bellota	Capullo
Época de aplicación del regulador de crecimiento				
E1. 49 dds	34	56	64	101,50
E2. 49 dds – 70 dds	34	56	64	101,13
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds	34	56	64	102,25
□	34	56	64	101,63
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>				



Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> ) <sup>1)</sup>				
D1. 300 mL	34	56	64	102,00
D2. 600 mL	34	56	64	101,00
D3. 900 mL	34	56	64	102,00
D4. 1200 mL	34	56	64	101,50
□	34	56	64	101,63
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	0	0	0	2,66

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).  
 dds = días después de la siembra.

Cuando se analizó el número de botones florales/planta, el ADEVA determinó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) para el factor A. Época de aplicación del regulador de crecimiento (CM), a los 85 dds (**Tabla 58**). Mientras que, para el factor B. Dosis de regulador de crecimiento (mL ha<sup>-1</sup>) y sus interacciones, no se observó diferencias estadísticas en las fechas de evaluación. La prueba de separación de Tukey, estableció que cuando se aplicó el CM en un solo momento (49 dds), se obtuvo significativamente en la fecha 85 dds, el mayor número promedio de botones florales, mientras que cuando se lo aplicó en tres momentos (49, 70 y 84 dds), el número de botones florales fue significativamente más bajo (**Tabla 58**).

En la variable número de flores/planta de algodón, el análisis de varianza estableció diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) a los 56 dds para el factor A. Época de aplicación del regulador de crecimiento. Mientras que, para el factor B. Dosis de regulador de crecimiento (mL ha<sup>-1</sup>) y sus interacciones entre los factores, no se evidenciaron diferencias estadísticas (**Tabla 59**). Se destacó significativamente el tratamiento donde se aplicó el CM en dos momentos (49 y 70 dds), presentando un mayor valor promedio de flores/planta (**Tabla 59**).

**Tabla 58.** Número promedio de botones florales/planta a los 34, 49, 56, 64, 85 y 100 dds y total de botones, registrados entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Nro. de botones florales/planta						
	34 dds	49 dds	56 dds	64 dds	85 dds	100 dds	Total
E1. 49 dds			18,8	17,7			
	0,70	8,31	1	1	6,23a	4,70	56,46
E2. 49 dds – 70 dds			18,6	16,1	4,50a		
	0,83	8,05	9	9	b	4,13	52,38
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds			17,9	14,9			
	0,76	8,23	9	0	4,85b	4,04	50,76



□			18,5	16,2			
<i>P</i>	0,76 <i>ns</i>	8,20 <i>ns</i>	0 <i>ns</i>	7 <i>ns</i>	5,19 <i>0,005</i>	4,29 <i>ns</i>	53,20 <i>ns</i>
<b>Factor B</b>							
Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )							
D1. 300 mL			18,0	17,7			
	0,60	8,00	5	7	5,12	5,78	55,32
D2. 600 mL			18,8	15,0			
	0,93	8,28	7	2	5,57	3,73	52,40
D3. 900 mL			18,8	15,4			
	0,77	8,35	5	0	5,05	3,67	52,08
D4. 1200 mL			18,2	16,8			
	0,75	8,15	2	8	5,03	3,97	53,00
□			18,5	16,2			
<i>P</i>	0,76 <i>ns</i>	8,20 <i>ns</i>	0 <i>ns</i>	7 <i>ns</i>	5,19 <i>ns</i>	4,29 <i>ns</i>	53,20 <i>ns</i>
<i>CV</i>	49,3 1	14,3 7	21,0 6	41,4 7	30,35	55,18	20,97

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 dds = días después de la siembra

**Tabla 59.** Número de flores/planta a los 56, 64, 85 y 100 dds y total de flores, registrados entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio	Nro. de flores/planta				
	56 dds	64 dds	85 dds	100 dds	Total
<b>Factor A</b>					
Época de aplicación del regulador de crecimiento					
E1. 49 dds	0,70b	2,45	1,41	1,00	5,56
E2. 49 dds – 70 dds	1,04a	2,76	1,38	1,26	6,44
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds	0,90ab	2,49	1,05	0,80	5,24
□	0,88	2,57	1,28	1,02	5,75
<i>P</i>	0,005	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Factor B</b>					
Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )					
D1. 300 mL	0,82	2,35	1,18	1,20	5,55
D2. 600 mL	0,83	2,78	1,10	0,83	5,55
D3. 900 mL	0,88	2,73	1,42	1,17	6,20
D4. 1200 mL	0,98	2,40	1,42	0,88	5,68
□	0,88	2,57	1,28	1,02	5,75
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>



<b>CV</b>	37,92	30,73	48,96	62,64	24,29
-----------	-------	-------	-------	-------	-------

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*  
*dds = días después de la siembra*

En la **Tabla 60** se presentan los valores promedios del número de bellotas/planta, registrado a los 64, 79, 106 y 132 dds entre los factores en estudio, así como el total de bellotas/planta. El análisis de varianza indicó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para el factor A. Época de aplicación del regulador de crecimiento (CM), para el total de bellotas/planta. Mientras que para el factor B. Dosis de regulador de crecimiento (mL ha<sup>-1</sup>) y sus interacciones entre factores, no se evidenciaron diferencias significativas en ninguna de las fechas de evaluación, ni en el total de bellotas/planta (**Tabla 60**). La prueba de comparación de medias Tukey, determinó que, el tratamiento donde se aplicó el CM en un solo momento (49dds), alcanzó el más alto promedio total de bellotas/planta, diferenciándose significativamente, del tratamiento donde se aplicó en tres momentos (49, 70 y 84dds), que presentó el menor valor total de bellotas/planta (**Tabla 60**).

**Tabla 60.** Número de bellotas/planta a los 64, 79, 106 y 132 dds y total de bellotas, registrados entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020.

<b>Factores en estudio</b>	<b>Nro. de bellotas/planta</b>				
	<b>64 dds</b>	<b>79 dds</b>	<b>106 dds</b>	<b>132 dds</b>	<b>Total</b>
<b>Factor A</b>					
Época de aplicación del regulador de crecimiento					
E1. 49 dds	3,23	15,95	17,63	9,20	26,83a
E2. 49 dds – 70 dds	3,15	16,61	15,63	7,73	23,35ab
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds	3,43	15,78	15,24	7,10	22,34b
□	3,27	16,11	16,17	8,01	24,17
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0,005</i>
<b>Factor B</b>					
Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )					
D1. 300 mL	3,12	17,03	16,98	9,55	26,53
D2. 600 mL	3,20	16,85	16,18	8,02	24,20
D3. 900 mL	3,18	15,53	16,08	7,75	23,83
D4. 1200 mL	3,57	15,03	15,40	6,72	22,12
□	3,27	16,11	16,16	8,01	24,17
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	43,68	20	19,97	31,46	20,37

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*  
*dds = días después de la siembra*



Cuando se analizó los valores promedios del número de motas/planta registrados a los 100, 106, 114 y 125 dds entre los factores en estudio, el ADEVA no reportó diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) para los factores y sus interacciones (**Tabla 61**).

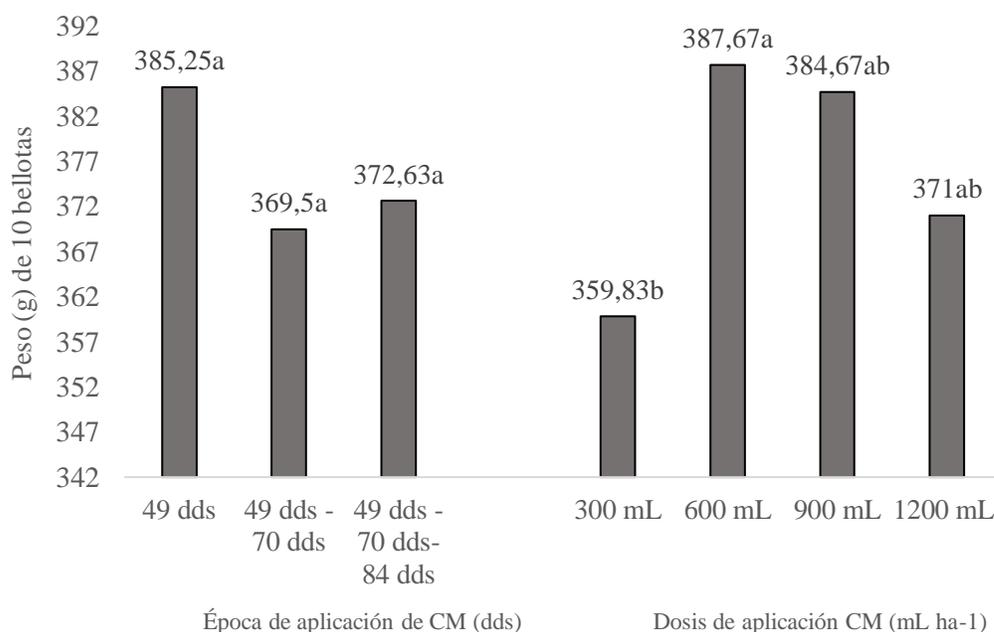
**Tabla 61.** Número de motas abiertas/planta a los 100, 106, 114 y 125 dds registradas entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020.

Factores en estudio Factor A	Nro. de motas abiertas/planta			
	100 dds	106 dds	114 dds	125 dds
Época de aplicación del regulador de crecimiento				
E1. 49 dds	0,25	0,94	2,10	8,18
E2. 49 dds – 70 dds	0,26	1,20	2,86	9,14
E3. 49 dds – 70 dds – 84 dds	0,26	1,14	2,86	9,16
□	0,26	1,09	2,61	8,83
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Factor B				
Dosis de regulador de crecimiento (mL ha <sup>-1</sup> )				
D1. 300 mL	0,22	0,97	2,55	9,78
D2. 600 mL	0,30	1,10	2,47	9,12
D3. 900 mL	0,27	1,10	2,68	7,83
D4. 1200 mL	0,25	1,20	2,73	8,57
□	0,26	1,09	2,61	8,83
<b>P</b>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>CV</b>	97,36	44,44	39,2	22,04

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

dds = días después de la siembra.

En la **Figura 47**, se presentan los valores promedios de la variable peso (g) de 10 bellotas



maduras colectadas 135 dds. No fue observado un efecto del factor A. Época de aplicación del regulador de

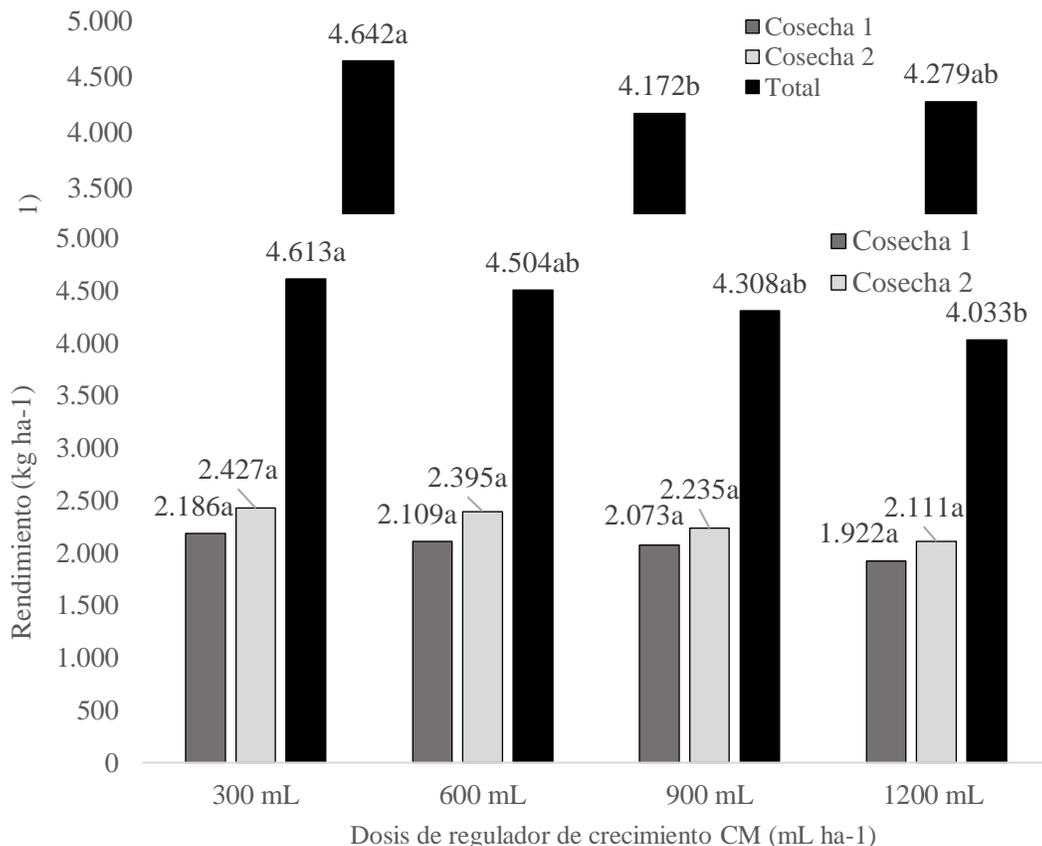


crecimiento ni las interacciones, sobre esta variable. Sin embargo, el ADEVA, si reportó diferencias significativas para el Factor B. Dosis de regulador de crecimiento ( $\text{mL ha}^{-1}$ ). La prueba de Tukey, determinó que con la dosis de  $600 \text{ mL ha}^{-1}$  del regulador CM, se obtuvo, significativamente, el mejor peso (g) de bellotas, diferente a la dosis de  $300 \text{ mL ha}^{-1}$  que registró el menor peso (**Figura 47**).

**Figura 47.** Valores promedio del peso (g) de 10 bellotas de algodón colectadas a los 135 dds registradas entre los factores considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento (CM). Teodomira-Santa Ana.2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). dds = días después de la siembra.

Cuando se analizó el rendimiento obtenido entre las dos fechas de cosecha y el total en  $\text{kg ha}^{-1}$ , entre los factores en estudio, el ADEVA, mostró diferencias significativas ( $P < 0,005$ ), en la segunda cosecha para el factor A. Época de aplicación del regulador de crecimiento y en el rendimiento total ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Mientras que, en la primera cosecha, no se reportó diferencias significativas (**Figura 48**). La prueba de separación de medias Tukey, estableció que en ambos casos se obtuvo significativamente el mayor rendimiento cuando se aplicó el regulador CM en una sola ocasión (49 dds), con lo cual se obtuvo un rendimiento total de algodón en rama de  $4642 \text{ kg ha}^{-1}$ , diferente a cuando se aplicó el regulador CM en dos momentos (49 y 70 dds), que reportó significativamente el menor rendimiento de algodón en rama ( $4172 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (**Figura 48**).

Con relación al factor B. Dosis de regulador de crecimiento ( $\text{mL ha}^{-1}$ ), el ADEVA no mostró diferencias significativas ( $P > 0,005$ ), en ninguna de las dos fechas de cosecha, ni las interacciones, pero si encontró significación estadística en el rendimiento total de algodón en rama ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) (**Figura 49**). Según Tukey, se destacó significativamente por su mejor rendimiento de algodón en rama, el tratamiento donde se aplicó el regulador CM en la dosis de  $300 \text{ mL ha}^{-1}$ , con el cual se obtuvo en promedio total de  $4613 \text{ kg ha}^{-1}$  de algodón en rama, muy diferente significativamente a la dosis de  $1200 \text{ mL ha}^{-1}$ , donde se obtuvo el más bajo rendimiento total ( $4033 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (**Figura 49**).



**Figura 48.** Valores promedios del rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  de las dos cosechas y rendimiento total de algodón en rama registrado en el factor A. Época de aplicación del regulador de crecimiento (CM) considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento. Teodomira-Santa Ana.2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). dds = días después de la siembra.

**Figura 49.** Valores promedios del rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  de las dos cosechas y rendimiento total de algodón en rama registrado en el factor B. Dosis de regulador de crecimiento CM ( $\text{mL ha}^{-1}$ ) considerados en el estudio de aplicación de regulador de crecimiento. Teodomira-Santa Ana.2020. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). dds = días después de la siembra.

Las variables productivas como la relación fibra-semilla y número de semillas en 100 g de mota, no mostraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los factores en estudio, ni sus interacciones.

### VARIABLES FITOSANITARIAS

No obstante, entre los 6 y 15 dds, se observó la presencia de plantas trozadas, por larvas de los géneros *Agrotis* y *Spodoptera*, se puede manifestar que su daño fue no significativo, reportándose un máximo de 1,45% de daño a los 15 dds. Con relación a ocurrencia de artrópodos plaga en la parte aérea de la planta, se puede destacar a las especies de trips *Frankliniella sp.*, áfidos o pulgones *Aphis gossypii*, mosca blanca *Bemisia tabaci*, Cicadelidae y

*Liriomyza* sp. Sin embargo, sus poblaciones fueron controladas oportunamente. Igualmente, fue constatada la presencia de varias especies de enemigos naturales, entre las que sobresalieron por sus poblaciones, varias especies de arañas, *Chrysoperla* sp. y varias especies de Coccinellidae. Con relación a la presencia de enfermedades, se pudo apreciar la presencia de bellotas podridas provocadas por varios hongos, principalmente *Lasiodiplodia* sp., *Fusarium* spp. y *Colletrotrichum* spp. Se pudo registrar un máximo de 6,42%.

## CONCLUSIONES

La época de aplicación del regulador de crecimiento (Cloruro de Mepiquat), fue el factor más significativamente influyente en la mayoría de las variables agronómicas y productivas, en comparación con dosis de regulador de crecimiento (mL ha<sup>-1</sup>) aplicada. Con la aplicación del regulador CM en un solo momento (49 dds), en la dosis más baja (300 mL ha<sup>-1</sup>), se obtuvo los mejores rendimientos con 4642 y 4613 kg ha<sup>-1</sup> de algodón en rama, respectivamente. Los factores en estudio no influyeron sobre la incidencia de los principales artrópodos-plaga asociados al cultivo de algodón.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Abbott Laboratorios (1988). División de productos químicos y agrícolas. Sarmiento 1113 (1041). Buenos Aires, Argentina.

Agrobio (2017). Cultivos agrícolas que permiten controlar malezas. septiembre de 2017. <http://www.agrobiomexico.org.mx/aplicaciones/>.

Andrade, P. y Gonzales, M. (2017). Analisis de la capacidad de algodón en el sector Pedro Carbo y su factibilidad de exportación. Guayaquil, marzo de 2017.

Balzarini, G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Casanoves, F.; Di Rienzo, A. y Robledo, W. (2008). Infostat. User's guide, Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.

BASF (1990). Bioreguladores en el cultivo del algodón: En Infobasf. 2, Bogotá. 16 p.

Brubaker, C.; Bourland, E. y Wendel, J. (1999). Cotton: origin, history, technology, and production. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-18045-9.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Ed. (s.e). Programa de Economía. CIMMYT. México, DF 22p.

Comité Consultivo Internacional del Algodón (ICAC). (2017). Consultado 12-06-2018. Disponible en: <http://www.asajasevilla.es/noticias/algodon/item/1092-la-superficie-mundial-de-algodon-alcanzara-31-3-millones-de-hectareas.html>

Cothren, J.T. y Oosterhuis, D.M. (2010). Use of growth regulators in cotton production. En: Physiology of Cotton. Stewart et al Editors. Springer. 26:289-303.



Duli, Z.; Derrick, M. y Oosterhuis, D.M. (2000). Pix Plus and Mepiquat Chloride Effects on Physiology, Growth, and Yield of Field-Grown Cotton. *Journal of Plant Growth Regulation*. 19(4): 115-118.

Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-Algodão). (2011). BRS 336 Cultivar de alta qualidade de fibra para cultivo no Cerrado e no Semiárido do Brasil. Campina Grande, PB. Plegable CGPE 9223.

FIRA (2017). Panorama Agropecuario, Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Algodón 2017. 22p. Consultado 15 de oct. 2018. Disponible en: [https://documentop.com/algodon-2017-fira\\_5a0bef2d1723ddf4bef.html](https://documentop.com/algodon-2017-fira_5a0bef2d1723ddf4bef.html)

Gahan, H y Zabala, J.A. (1999). Importancia y manejo de los reguladores de crecimiento en el rendimiento del cultivo de algodón. *Rev. Facultad de Agronomía* 19 (3): 267-274.

García, D. y Carnero, J. (1991). El algodón. Madrid, E. Editorial Mundi-Prensa. 121 p.

Guthrie, D.; Landivar, J.; Munier, D.; Stichler, C y Weir, B. (1995). Pix application strategies. *Cotton Physiology Today*. 6(4):4

Ibalo, S. (1999). Los reguladores de crecimiento en la producción de algodón. Una herramienta más para el manejo de cultivo. *Información Técnica: serie Genética N° 3*. EEA INTA Sáenz Peña-Chaco.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (2018). Informe Técnico Anual del Proyecto +Algodón INIAP-FAO. Estación Experimental Portoviejo-INIAP. 133p.

Kerby, T. y Kelly M. (1974). Growth and development of Acala cotton. *Agriculture Experiment Station. University of California. Bulletin*. 1921:1-13.

Martínez-Reina, A.M. y Hernández B.M.J. (2016). La competitividad del algodón colombiano frente a los principales países productores mediante el enfoque de costos de producción. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(2): 189. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol16\\_num2\\_art:368](https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num2_art:368).

McCarty, J. (2017). Ministerio de Agricultura de EE.UU., Servicio de Investigación Agrícola. Mejoramiento de algodón-uso de la diversidad y la resistencia de la planta hospedera. Estado de Misisipi.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2018). Tosagua sobreviven los últimos algodoneiros. *El Comercio*. 2018. <https://www.elcomercio.com/actualidad/tosagua-ultimos-aldodoneiros>.

Oosterhuis, D.; Kerby, T. y Hake, K. (1990). Leaf physiology and management. *Physiology Today Newsletter*. National Cotton council Memphis, TN, Technical Services. 4 p.



Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2018a). Curso de autoaprendizaje “Estrategias de fortalecimiento del sector algodonero para el desarrollo de la agricultura familiar”: Unidad 1. Tendencias y perspectivas regionales y globales del sector algodonero. 55 p.

----- (2018b). El cultivo del algodón casi ha desaparecido en Ecuador. La Hora. Ec. 11 02: Disponible en: <https://lahora.com.ec/zamora/noticia/1102135010/el-cultivo-del-algodon-casi-ha-desaparecido-en-ecuador>

----- y la Cooperación Internacional Brasil (ABC). (2017). El estado de arte del sector algodonero en países del Mercosur y asociados. (en línea). Santiago de Chile. Consultado 28 dic. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/b-i7314s.pdf>

Perrin, R.; Winkelman, D.; Moscardi, E. y Anderson, J. (1976). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT, México DF, MEX. 86p.

Reyes, P. 2014. El algodón Pima peruano: cultivo y manejo agronómico. Universidad Nacional Piura. Ciudad Universitaria. Piura, Perú.

Rodríguez, P. (2014). Diagnóstico de la Cadena del Algodón en Ecuador, 1-2.

Schott, P. y Heydendorff, R. (1981). Pix: Un biorregulador para el algodón. En: BASF reporte agrícola. Edición especial.

Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2017). Planeación Agrícola Nacional. 2017-2030. Algodón Mexicano.

SEEP (2017). FAO/ICAC. Measuring Sustainability in Cotton Farming Systems. Towards a Guidance Framework.

Sión, F. (1992). Manual del Cultivo del Algodón. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Portoviejo. INIAP-EEP. Portoviejo, Ecuador. Manual No. 6. 24p.

Ulloa, M.; Stewart, J. McD.; García, E.A.C.; Godoy, S.A.; Gaytán, A.M. y Acosta, S.N. (2006). Cotton genetic resources in the western states of México: in situ conservation status and germplasm collection for ex situ preservation. Genetic Res. Crop Evol. 53:653-668.

Ulloa, M.; Abdurakhmonov, I.Y.; Pérez, M.C.; Percy, R. y Stewart, J. (2013). Genetic diversity and population structure of cotton (*Gossypium* spp.) of the new world assessed by SSR Markers. Botany. 91(4):251-259.

USDA. (2017). Cotton Production Monthly Report. (Disponible en: <https://www.ams.usda.gov/market-news/cotton>). Acceso: 20 de noviembre de 2017.



Varela, R y Vallejo, R. (1982). Efecto del regulador de crecimiento cloruro de mepiquat sobre las principales características agronómicas y de calidad de fibra del algodónero. Rev. Instituto Colombiano Agropecuario 17(1):1-9.

Veramendi, T. (2013). Problemática del cultivo de algodón en Perú. PPT. Slide Player. Lima, Perú.

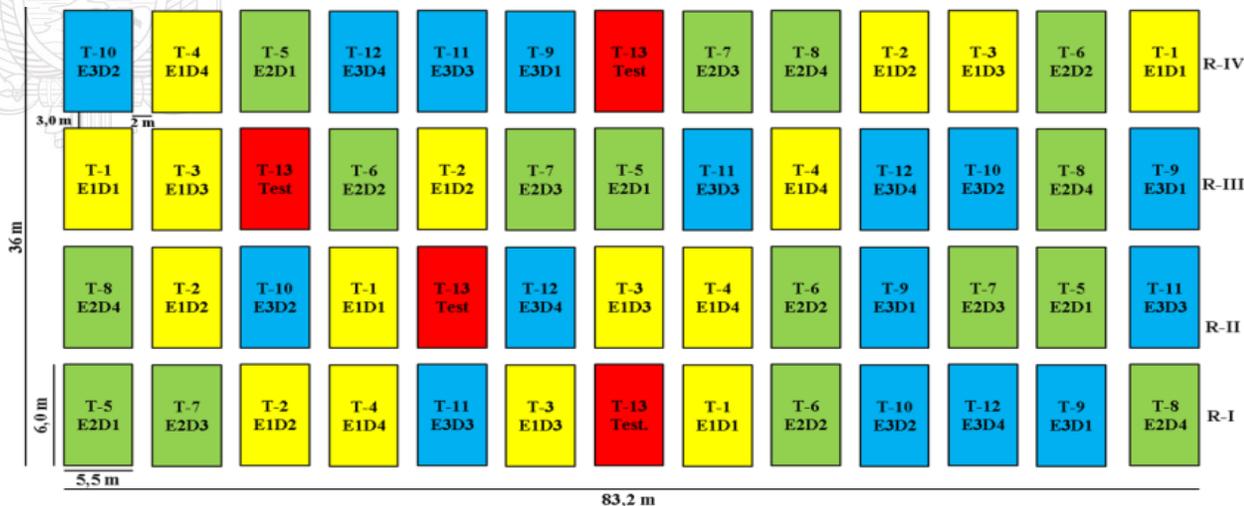
Weaver, R.J. (1980). Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Editorial Trillas. D. F., México. 134 p.

Wearver, R. (1982). Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas, México. 438 p.

### CROQUIS DE CAMPO

Actividad: Determinación de la época y dosis de aplicación del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat en el cultivo de algodón.

Ubicación: Lote Teodomira, Lodana-Santa Ana. Año 2020a.



Trat.	Nomenclatura	Factores en estudio					
		Época de aplicación del regulador de crecimiento (dds)			Dosis de regulador de crecimiento (m ha <sup>-1</sup> L)		
		Primera	Segunda	Tercera	Primera	Segunda	Tercera
1	E1D1	50			300		
2	E1D2	50			600		
3	E1D3	50			900		
4	E1D4	50			1200		
5	E2D1	50	70		100	200	
6	E2D2	50	70		200	400	
7	E2D3	50	70		300	600	
8	E2D4	50	70		400	800	
9	E3D1	50	70	80	50	100	150
10	E3D2	50	70	80	100	200	300
11	E3D3	50	70	80	150	300	450
12	E3D4	50	70	80	200	400	600
13	Testigo control (sin aplicación de regulador de crecimiento)						



## Actividad 8. Respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios

### Responsable

Dr. Ernesto Cañarte Bermúdez (Responsable del DNPV-Entomología/Tutor de tesis de Maestría).

Mg.Sc. Silvia Lorena Montero Cedeño (Profesora de la carrera de Ingeniería Ambiental de la ESPA-MFL).

### Colaboradores: Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte B. (Entomología-INIAP)

Ing. Rafael Sotelo P. (Técnico FAO-INIAP)

M.Sc. Bernardo Navarrete C. (Entomología-INIAP)

Mg.Sc. Silvia Lorena Montero Cedeño (ESPAM-MFL)

Ing. Antonio Pinargote B. (Asistente de campo Entomología-INIAP)

### Otros colaboradores

M.Sc. David Suarez (FAO-Coordinador Nacional del proyecto +Algodón)

Agron. Alfredo Pinargote (Asistente de campo ESPAM-MFL)

## INTRODUCCIÓN

La producción de algodón en el Ecuador tuvo una gran intervención en el sector agrícola entre las décadas 70s y 90s. Eventos económicos y climáticos han llevado a la casi desaparición de este cultivo en el país, que pasó de 36000 ha en 1974 a < 1000 ha en 2018 (FAO, 2018), con una producción que no abastece la demanda nacional de 20.000 TM de fibra (INIAP, 2018).

En la actualidad, los productores algodoneiros ecuatorianos son considerados como agricultores familiares en transición, hacia la diversificación y/o desactivación, donde el 80% de ellos son hombres, siendo las mujeres sobre todo requeridas durante siembra y cosecha. Todas las labores del cultivo son realizadas manualmente, demandando una gran cantidad de mano de obra (FAO, 2018), con un costo de producción en periodo lluvioso de 1.425 USD/ha (INIAP, 2018), lo cual puede convertirse en una limitante de la producción.

Es necesario buscar nuevas opciones de producción para pequeños algodoneiros del país, que permitan a este cultivo ser sostenible. Una de estas alternativas, son los sistemas asociados con cultivos alimenticios de ciclo más corto y de mayor densidad de siembra, con la finalidad de disminuir los costos de producción, al reducir labores para el control de malezas. Así como, contar con un ingreso económico entre la siembra y la cosecha de algodón. Estos sistemas buscan mejorar la dieta y economía del productor, reduciendo además su preocupación por las pérdidas totales de la producción (Araújo *et al.*, 2006), debido a factores externos de índole ambiental y problemas fitosanitarios, que terminan causando pérdidas irreparables al productor (Agrobio, 2017).

Las asociaciones de cultivos pueden constituirse en una tecnología de fácil aplicación para productores familiares, siendo, además el objetivo, maximizar los recursos disponibles como el área aprovechable, mano de obra, insumos, además de minimizar los riesgos de pérdidas de la



producción, mediante la diversificación de rubros en sistema intercalados (Gegnehu, 2006). Sin embargo, uno de los grandes desafíos es determinar cuáles pueden ser las asociaciones más convenientes (Rezende *et al.*, 2005).

Varios estudios demuestran la eficacia de cultivos como el maíz (*Zea mays* L.) frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) frejol caupi (*Vigna unguiculata* L.) sorgo (*Sorghum bicolor* L., maní (*Arachis hypogaea* L.), sésamo (*Sesamum indicum* L.), en la asociación con otros cultivos (Rasche *et al.*, 2015). Al respecto, el cultivo de algodón se presta para la producción en sistemas asociados con cultivos alimenticios (maní, maíz, fréjol, entre otros), como una opción para reducir los impactos ambientales, incidencia de plagas, incremento de la fauna benéfica y pérdida económicas (Ramalho y Gonzaga, 1990), volviendo al cultivo sostenible.

Con estos antecedentes, surge la necesidad de evaluar las respuesta agronómica, productiva y económica del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios (maní, fréjol caupí, maíz y choclo), en un suelo sin asistencia de fertilización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación

La presente investigación se la implementó en el periodo lluvioso de 2020, en el área experimental de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL), localizada en el sitio El Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí (00°49'27,9'' S; 80°10'47.2'' O y 15 m.s.n.m) y en las condiciones ambientales (851,57 mm; 26,4°C; 81% de HR y 1604 horas sol), con topografía plana y suelo franco arcilloso.

### Descripción y manejo del experimento

Se estudió la respuesta de algodón de la variedad Coker (campaña 2019), a la asociación con varios cultivos alimenticios: maní (*Arachis hypogaea* L.); frejol caupi (*Vigna unguiculata* L.); maíz duro (*Zea mays* L.) y maíz choclo (*Z. mays*). Se probaron los siguientes seis tratamientos: 1. algodón con maní (0,5 x 0,2 m = 10 líneas); 2. algodón con frejol caupí (0,5 x 0,2 m = 10 líneas); 3. algodón con maíz duro (0,1 x 0,2 m = 4 líneas); 4. algodón con maíz choclo (0,1 x 0,2 m = 4 líneas); 5. algodón monocultivo sin fertilización y 6. Algodón monocultivo con fertilización (testigo control). Se utilizaron parcelas de 60 m<sup>2</sup> (10 x 6m), conteniendo tres hileras dobles de algodón y entre estas líneas dobles se plantaron los cultivos de asociación.

La preparación del suelo se realizó en forma mecanizada. La siembra se efectuó en forma manual, en dos momentos. Primeramente, se sembró el algodón, utilizando el distanciamiento en función del tratamiento: para el caso de las cuatro parcelas con asociación (maní, frejol caupí, maíz-duro y maíz-choclo), se utilizaron tres hileras dobles de algodón (1 x 0,3 m), separadas cada una a tres metros, mientras que las dos parcelas monocultivo de algodón (con y sin fertilización), se sembraron a hileras continuas (1 x 0,3m). Trece días después del algodón, se establecieron los cuatros cultivos de asociación, empleando el distanciamiento para maní y caupí de 0,5 m entre línea x 0,2 m entre plantas (dos plantas/sitio); en tanto que, para maíz duro y choclo, se utilizó el distanciamiento de 1 x 0,2 m (una planta/sitio). Previo a la siembra, toda la semilla fue tratada con carboxin + captan (Vitavax) 3 g/kg de semilla y thiodicarb + imidacloprid (Semeprid), 25 mL /kg de semilla. Para el control de malezas, inmediatamente



posterior a la siembra se realizó la aplicación del herbicida pre-emergente (pendimentalina 4 L ha<sup>-1</sup>) + un quemante (paraquat 4 L ha<sup>-1</sup>); a partir de esta fecha, aproximadamente a los 20 dds, se aplicó en post-emergente el herbicida (verdict 0,6 L ha<sup>-1</sup>), más dos deshierbas manuales que sean necesarias durante el desarrollo del cultivo. Para el control de artrópodos en las etapas iniciales del cultivo se realizó una aplicación de cipermetrina a la siembra y posteriormente el insecticida thiametoxam (1 mL/L agua) en “drench” a los 15 días después de la siembra (dds). Por la naturaleza del estudio, no se utilizó fertilización en ninguno de los tratamientos, a excepción de la parcela monocultivo con fertilización (control), a la que se le aplicó a los 15 y 45 dds una mezcla en relación 3:1, de urea + YaraMila®, utilizando 205 kg ha<sup>-1</sup>. La cosecha de los cultivos de asociación maíz-choclo y caupí, se realizó a los 75 dds, seguido del maní y maíz-seco, que se efectuó a los 120 dds. Finalmente, se realizó un solo pase de cosecha a los 150 dds.

### Levantamiento de la información

Para las evaluaciones se marcaron cinco plantas aleatorizadas en cada parcela de algodón y en las cuales se realizó el registro de las siguientes variables agronómicas: porcentaje de germinación a los 14 dds; altura de planta a los 27 y 110 dds; diámetro del tallo, número de ramas/planta y longitud de entrenudos (cm), a los 110 y 131 dds. Variables productivas: número de bellotas/planta (110 dds); días a la apertura de la bellota; peso (g) de 10 bellotas (131 dds); rendimiento de algodón en rama (kg ha<sup>-1</sup>) y peso de mota (g) a los 150 dds. También fueron evaluadas las variables fitosanitarias: porcentaje de plantas trozadas por insectos del suelo de los géneros *Agrotis* sp. y *Spodoptera* sp. a los 14 dds. Para el resto de los artrópodos, se realizó una sola evaluación a los 30 dds, utilizando el método de muestreo absoluto por planta, registrando en las cinco plantas marcadas, el número de especímenes de artrópodos-plaga y benéficos en tallo, hojas, flores y frutos. Finalmente, se determinó el porcentaje de bellotas enfermas/parcela (110 dds).

Para los cultivos de asociación (maní, frejol caupí, maíz duro y maíz choclo), sólo se realizaron evaluaciones de variable productivas al momento de la cosecha. Se registró el peso de maní en cáscara (kg ha<sup>-1</sup>); número de mazos ha<sup>-1</sup> de frejol caupí (20 vainas/mazo); rendimiento de maíz duro (kg ha<sup>-1</sup>) y número de almud ha<sup>-1</sup> (150 choclos/almud).

Para la comparación de los sistemas de cultivos asociados y monocultivos, se utilizó el Índice Equivalente de la Tierra (IET) total, definido por Willey (1979) y citado por Teixeira et al. (2005). Para esto se utilizó la siguiente fórmula (1):

$$IET = P_x/M_x + P_y/U_y \quad (1)$$

donde:

*P<sub>x</sub>* es el rendimiento del cultivo *x* en policultivo

*M<sub>x</sub>* es el rendimiento del cultivo *x* en monocultivo

*P<sub>y</sub>* es el rendimiento del cultivo *y* en policultivo

*U<sub>y</sub>* es el rendimiento del cultivo *y* en monocultivo

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones. Antes de someter los datos al análisis de varianza, se comprobó el supuesto de normalidad



mediante la prueba de Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas con la prueba de Bartlett. Cuando los efectos de los tratamientos fueron significativos ( $\leq 0,05$ ), se realizaron comparaciones de medias, utilizando el test de Tukey al 5%. Para el análisis se empleó el Software estadístico R Studio versión 3.6 (Gentleman y Ihaka, 2019).

Finalmente, se realizó un análisis económico de los tratamientos mediante el cálculo de presupuesto parcial, usando la metodología del Cymmyt con cálculo del beneficio neto, costos variables y tasa de retorno marginal (CIMMYT, 1998).

## RESULTADOS

No se constató diferencias estadísticas del porcentaje de germinación de la semilla de la variedad Coker, en los sistemas de algodón asociados a cuatro cultivos alimenticios. Sin embargo, se pudo observar un porcentaje promedio de 78% de germinación en este experimento.

En la **Tabla 62** de resultados, se presentan los valores promedios de las principales variables agronómicas, registradas en esta investigación. Con relación a la altura de plantas (m), hubo diferencias estadísticas ( $P=0,001$ ) a los 110 dds, alcanzándose la mayor altura de planta significativamente en la parcela con algodón monocultivo sin fertilización, que se diferenció del resto. Mientras que el algodón con fertilización, se diferenció de los demás, al alcanzar la menor altura de planta. Hay que considerar que durante esta investigación no se utilizó el regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat, lo cual ocasionó un crecimiento descontrolado de las plantas de algodón, que dificultó la labor de cosecha.

Cuando se comparó la altura de planta del algodón asociado con el monocultivo, se determinó que no hubo respuesta del algodón a la asociación con cultivos alimenticios. Tampoco hubo respuesta del algodón a la fertilización, presentando incluso la parcela fertilizada una menor altura de planta. Esto significa que el algodón no es en extremo exigente en fertilización nitrogenada, habiendo el suelo donde se realizó este estudio provisto de lo mínimo necesario para su potencial crecimiento.

Cuando se analizó el diámetro del tallo de algodón (mm), el ADEVA estableció diferencias estadísticas significativas ( $P=0,005$ ), entre los tratamientos estudiados. Según la prueba de comparación de medias Tukey ( $\leq 0,05$ ), fue en la asociación con maní, que las plantas de algodón presentaron un mayor diámetro de tallo, muy diferente a la asociación con maíz que, alcanzó un menor diámetro de tallo. Al comparar la respuesta del diámetro de tallo del algodón asociado con el monocultivo, no hubo diferencias del diámetro entre plantas de algodón asociadas y monocultivo, lográndose en promedio 20,51 mm de diámetro (**Tabla 62**).

Con relación al número de ramas/planta de algodón, el análisis de varianza demostró diferencias estadísticas significativas ( $P=0,005$ ), observándose mayor número de ramas en la asociación con maíz-choclo, diferente significativamente según Tukey ( $\leq 0,05$ ), a la asociación con frejol caupi que alcanzó el menor número de ramas/planta. La comparación entre el algodón asociado y monocultivo, no mostró diferencias en el número de ramas de algodón, siendo registrado en promedio 24,31 ramas/planta de algodón (**Tabla 62**), lo cual está asociado



al crecimiento desmedido que tuvo el algodón al no recibir aplicación de regulador de crecimiento.

En la variable longitud de entrenudos (cm), el ADEVA también reportó diferencias estadísticas significativas ( $P=0,005$ ), entre tratamientos. Al comparar las medias según Tukey ( $\leq 0,05$ ), se aprecia que el mayor valor promedio de longitud de entrenudos, se obtuvo en la asociación con maíz duro, muy diferente al monocultivo de algodón con fertilización que presentó la menor longitud promedio de entrenudos, lo cual es coherente con la menor altura de planta alcanzado en este tratamiento. No obstante, cuando se comparan los valores promedios del algodón asociado con el monocultivo con y sin fertilización, no se aprecian diferencias (**Tabla 62**). Estos altos valores de longitud de entrenudos están directamente relacionados a la no aplicación de regulador de crecimiento en esta investigación, que provocó una elongación de los entrenudos.

**Tabla 62.** Valores promedios de las variables agronómicas registradas en el cultivo de algodón asociado con varios cultivos alimenticios. 2020.

Tratamientos (sistemas asociados)	Altura de planta (m)		Diámetro del tallo (mm)	Número de ramas/planta	Longitud de entrenudos (cm)
	27 dds	110 dds	110 dds	110 dds	131 dds
Algodón + maní	0,24	2,10 abc	22,20 a	24,65 ab	5,74 ab
Algodón + caupí	0,22	2,02 bc	21,50 ab	23,10 b	5,69 ab
Algodón + maíz	0,21	2,20 abc	18,70 b	23,40 ab	6,68 a
Algodón + maíz choclo	0,22	2,26 ab	21,65 ab	25,65 a	5,55 ab
Algodón sin fertilización	0,22	2,30 a	19,40 ab	25,25 ab	6,07 ab
Algodón con fertilización	0,22	2,02 c	19,60 ab	23,80 ab	4,40 b
Promedio	0,22	2,15	20,51	24,31	5,69
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>0,001</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>
CV (%)	9,26	4,96	7,09	4,30	13,65
<b>Comparaciones</b>					
Algodón asociado	0,22	2,14	21,01	24,20	5,91
Algodón sin fertilización	0,22	2,30	19,40	25,25	6,07
Algodón con fertilización	0,22	2,02	19,60	23,80	4,40

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 dds = días después de la siembra.

Los valores promedios de las variables productivas del algodón, se presentan en la **Tabla 63** de resultados. Cuando se analizó el número de bellotas/planta, el ADEVA mostró diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P=0,001$ ) los 110 dds, obteniéndose el mayor valor promedio de bellotas/planta en la asociación de algodón con maní, diferenciándose significativamente de los demás, según la prueba de comparación de medias Tukey ( $\leq 0,05$ ). Mientras que, fue en la asociación con frejol caupí, donde se produjo el menor valor de bellotas/planta. No hubo diferencias en la producción de bellotas entre el algodón asociado comparados con el algodón monocultivo con y sin fertilización (**Tabla 63**).

La variable días a la apertura de bellotas, también mostró diferencias estadísticas significativas ( $P=0,001$ ) en los tratamientos. Según Tukey ( $\leq 0,05$ ), se obtuvo precocidad en la apertura de bellotas, cuando asociamos el algodón con maíz duro, que se diferenció significativamente de la parcela de algodón monocultivo con fertilización, que registró el mayor tiempo en días para la apertura de la bellota. En la comparación algodón asociado con el monocultivo con y sin fertilización, no se reportó diferencias (**Tabla 63**).

Cuando se analizó el peso (g) de 10 bellotas de algodón a los 131 dds, no se determinó diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Así como tampoco en las comparaciones entre las parcelas asociadas y monocultivo (**Tabla 63**). Para el peso (g) de 10 motas, el ADEVA si estableció diferencias estadísticas significativas ( $P=0,005$ ), destacándose la asociación algodón con maíz-choclo al presentar el mejor peso de mota, en comparación con la asociación algodón con maní, que registró significativamente según Tukey ( $\leq 0,05$ ), el menor peso de mota. Cuando se analizó la comparación del algodón asociado con el monocultivo, no se encontró diferencias, sin embargo, los valores promedios de mota en este experimento (7,6 g), estuvieron muy por encima de lo satisfactorio.

**Tabla 63.** Valores promedios de las variables productivas registradas en el sistema de producción de algodón en asocio con varios cultivos alimenticios. 2020.

Tratamientos (sistemas asociados)	Número de bellotas/planta	Días a apertura de bellotas	Peso de 10 bellotas (g)	Peso de 10 motas (g)
	110 dds	dds	131 dds	150 dds
Algodón + maní	22,35 a	119,75 ab	360	70 b
Algodón + caupí	11,85 c	119,75 ab	330	78 ab
Algodón + maíz	15,25 bc	110,00 b	340	73 ab
Algodón + maíz choclo	19,25 ab	119,75 ab	350	85 a
Algodón sin fertilización	16,55 abc	119,75 ab	340	75 ab
Algodón con fertilización	18,00 abc	126,50 a	310	75 ab
Promedio	17,21	119,25	340	76
<i>P</i>	0,001	0,001	<i>ns</i>	0,005
CV (%)	17,67	4,04	7,26	7,61

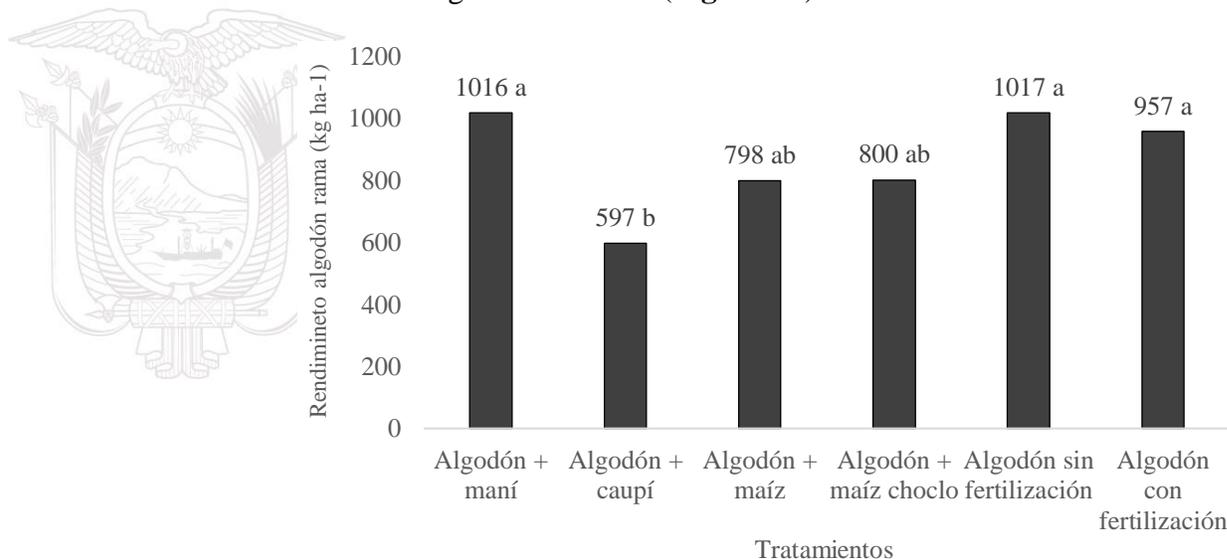


**Comparación**

Algodón asociado	17,18	117,31	345	76
Algodón sin fertilización	16,55	119,75	336	75
Algodón con fertilización	18,00	126,50	315	75

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

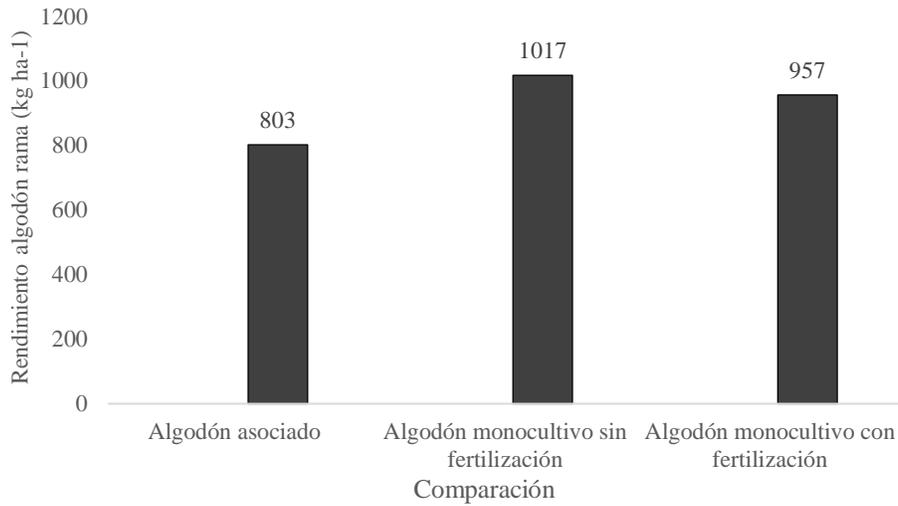
Hubo respuesta del rendimiento de algodón en rama ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), a los tratamientos en estudio. El ADEVA, estableció diferencias estadísticas significativas ( $P=0,001$ ). Cuando se realizó la prueba de comparación de medias Tukey ( $\leq 0,05$ ), se determinó el sistema de algodón asociado con cultivo de maní, fue significativamente igual al sistema monocultivo sin y con fertilización nitrogenada, destacándose por presentar los mayores rendimientos de algodón en rama. Por otro lado, la asociación algodón con frejol caupí fue inconveniente, al registrar el menor rendimiento de algodón en rama, que representó una reducción del 41% de la producción en referencia al sistema algodón con maní (**Figura 50**).



**Figura 50.** Valores promedios del rendimiento de algodón en rama registrado en el sistema asociado con varios cultivos alimenticios. 2020.

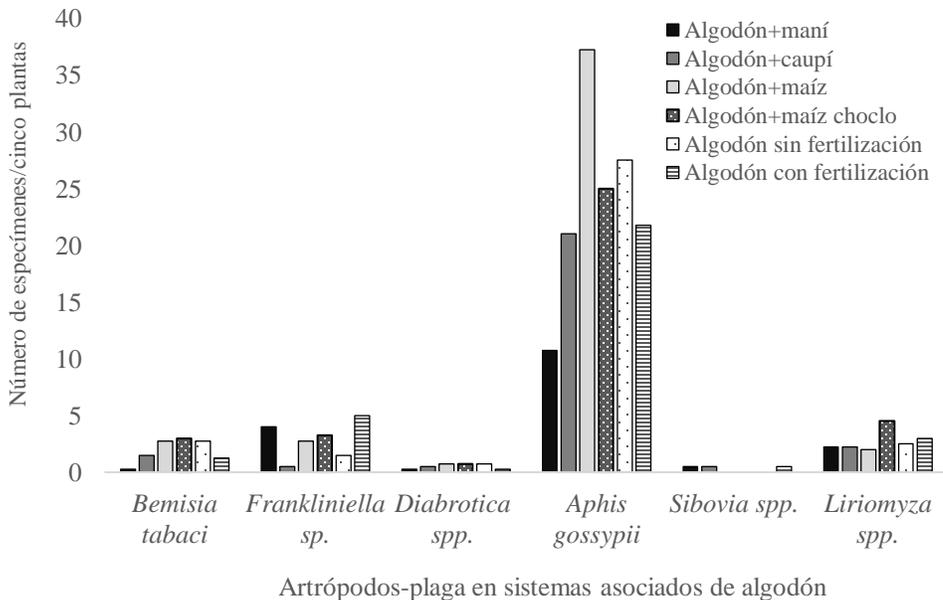
Cuando se comparó las parcelas asociadas con cultivos alimenticios versus las parcelas monocultivo sin y con fertilización nitrogenada, no fueron detectadas diferencias en el rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  (**Figura 51**).

Con relación a la incidencia de artrópodos, no fue establecida diferencias estadísticas significativas ( $P>0,05$ ) en la variable porcentaje de plantas trozadas por acción de insectos de los géneros *Agrotis* y *Spodoptera* a los 14 dds, entre los tratamientos en estudio.



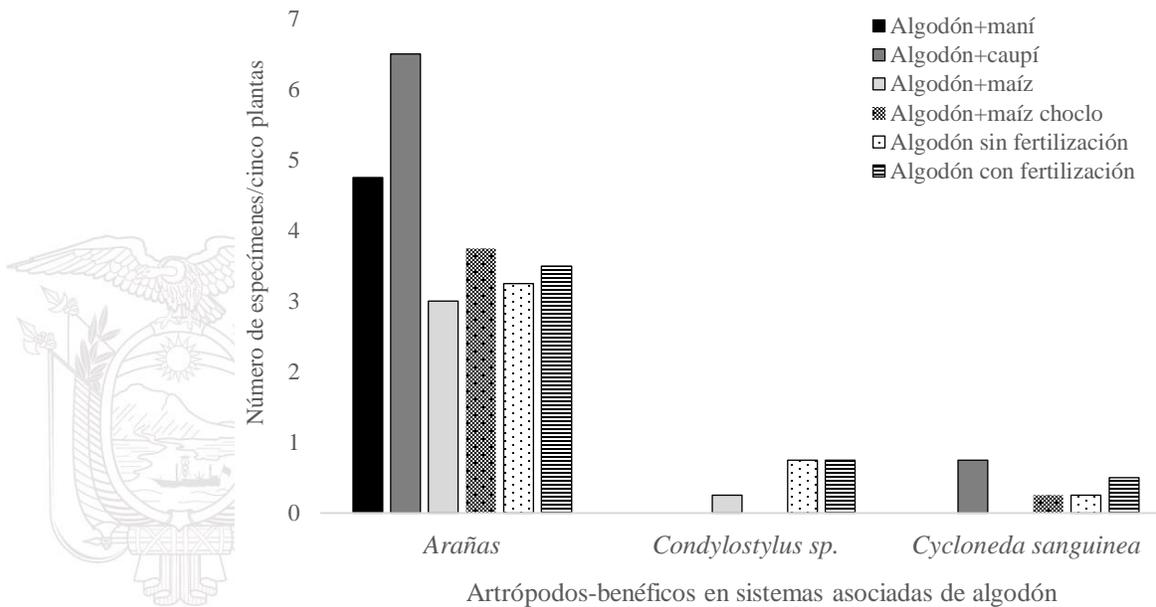
**Figura 51.** Comparación de los valores promedios del rendimiento de algodón en rama asociado con cultivos alimenticios y monocultivo sin y con fertilización. 2020.

Bajo las condiciones de esta investigación se reportó la presencia de una diversidad de artrópodos-plaga, destacándose por sus mayores poblaciones las especies: mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), trips *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae), mariquitas *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), áfido *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), chicharrilas *Sibovia* spp. (Hemiptera: Cicadellidae) y el dibujante *Lyriomyza* sp. (Diptera: Agromyzidae), no obstante, no fue reportado diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos para estas especies (Figura 52).



**Figura 52.** Valores acumulados (cinco plantas) de las poblaciones de artrópodos-plaga presentes en el cultivo de algodón asociado con cultivos alimenticios y monocultivo sin y con fertilización. 2020.

Adicionalmente se constató la ocurrencia de una diversidad de enemigos naturales asociados a los artrópodos-plaga presentes en el algodón, donde se destacaron por sus poblaciones importantes depredadores como las arañas, *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) y la mosca verde *Condylostylus* sp. (Diptera: Dolichopodidae). No obstante, cabe mencionar que tampoco hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos en la presencia de estos benéficos (Figura 53).



**Figura 53.** Valores acumulados (cinco plantas) de las poblaciones de artrópodos-benéficos presentes en el cultivo de algodón asociado con cultivos alimenticios y monocultivo sin y con fertilización. 2020.

Se reportó la presencia de bellotas podridas a causa de los hongos *Lasiodiplodia* sp., *Fusarium* spp. y *Colletrotrichum* spp., problemas que ya han sido reportados en algodón, cultivado en ambientes similares. Del análisis realizado a la variable porcentaje de bellotas enfermas, registrado a los 110 dds, se desprende que no hubo una influencia de los sistemas asociados sobre la presencia de bellotas enfermas, reportándose en promedio un máximo de 7,94% de bellotas enfermas.

En la **Tabla 64** de resultados, se presentan los rendimientos obtenidos en los cultivos alimenticios en asociación con algodón, comparado con su rendimiento referencial en monocultivo, así como también los valores del Índice del Uso de Equivalencia de la Tierra (UET). Se aprecia una reducción sustancial del rendimiento de maní, fréjol caupí, maíz duro y choclo, cuando asociados. Sin embargo, en nuestra investigación, se puede destacar que fue el



maní, el cultivo que sufrió la menor reducción de rendimiento (30%), al ser asociado al algodón en las poblaciones establecidas y sembrado 13 días después de plantado el algodón. Mientras que el maíz en asociación con algodón sufrió la mayor reducción de rendimiento con el 65%. No obstante, se haya producido una reducción del rendimiento de maní sembrado 13 días después del algodón, hubo producción significativa de este cultivo.

Cuando se analizó estadísticamente los promedios UET, se registraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), sobresaliendo según la prueba de comparación de medias Tukey ( $\leq 0,05$ ), la asociación algodón maní con el mejor UET (1,71), muy diferentes de los índices de la asociación algodón caupí y maíz duro (**Tabla 64**). Se demostró un efecto sinergista positivo en la asociación algodón-maní, que indica una ventaja de esta asociación, mientras que valor  $UET < 1$ , reportado en la asociación algodón-caupí, indica un antagonismo o competición en la asociación, según los describe Willey (1979) y Teixeira et al. (2005).

**Tabla 64.** Rendimiento promedio de cultivos alimenticios (maní, caupí, maíz duro y maíz choclo) en asociación con algodón y valores del Índice del Uso de Equivalencia de la Tierra (UET). 2020.

Tratamientos (sistemas asociados)	Rendimiento de cultivo alimenticio de asocio	Rendimiento referencial del cultivo alimenticio en monocultivo	Índice de Equivalencia de la Tierra (UET)
Algodón + maní	1647 kg ha <sup>-1</sup> (maní en cascara)	2365 kg ha <sup>-1</sup> (maní en cascara)	1,71 a
Algodón + caupí	11925 mazos ha <sup>-1</sup> (20 vainas/mazo)	28800 mazos ha <sup>-1</sup> (20 vainas/mazo)	0,99 b
Algodón + maíz	1859 kg ha <sup>-1</sup>	5382 kg ha <sup>-1</sup>	1,14 b
Algodón + maíz choclo	123 almud ha <sup>-1</sup> (150 choclos/almud)	235 almud ha <sup>-1</sup> (150 choclos/almud)	1,32 ab
Promedio			1,29
P			0,001
CV (%)			15,8

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Finalmente, el análisis económico realizado a los tratamientos en estudio, corroboró los resultados antes descritos, ya que fue la asociación algodón con maní, la que presentó la mejor TRM (120,56%) (**Tabla 65**).

**Tabla 65.** Análisis Marginal de Tratamientos no Dominados en el sistema de producción de algodón en asocio con varios cultivos alimenticios. 2020. 2020.

Tratamientos (sistemas asociados)	BN (USD./ha)	CV (USD./ha)	IMBN (USD./ha)	IMCV (USD./ha)	TRM (%)	TAMIR
Algodón + maní	1824,14	366	258,86	214,8	120,56	50%
Algodón + caupí	1565,28	151,2				



*BN = Beneficio Neto*

*CV = Costos Variables*

*IMBN = Incremento Marginal de Beneficio Neto*

*IMCv = Incremento Marginal de Costo Variable*

*TRM = Tasa de Retorno Marginal*

*TAMIR = Tasa Mínima de Retorno*

## CONCLUSIONES

Los resultados determinaron que el mejor rendimiento de algodón en la asociación con maní, fue significativamente igual al monocultivo con y sin fertilización. Con relación a la producción de los cultivos alimenticios en asociación, se comprobó una reducción de la producción con relación a los monocultivos; no obstante, fue el maní en asociación con el algodón que experimento la menor reducción, además de presentar el mejor Índice del Uso de Equivalencia de la Tierra UET (1,71) y la mejor Tasa de Retorno Marginal (120,56%), lo cual sugiere a esta asociación como una alternativa viable y de fácil adopción por parte del pequeño productor algodonnero.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Ahmad, M., Muhammad, W., & Sajjad, A. (2020). Ecological Management of Cotton Insect Pests. In S. Ahmad & M. Hasanuzzaman (Eds.), *Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies* (pp. 213–238). [https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2\\_12](https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_12)

Agrobio (2017). “Cultivos agrícolas que permiten controlar malezas”. Septiembre 13, 2017, de Agrobio México Sitio web: <http://www.agrobiomexico.org.mx/aplicaciones/>

Araújo, A.; De M. Beltrão, N.; Bruno, G. y Dos S. Moraes, M. (2006). Cultivares, épocas de plantio e componentes da produção no consórcio de algodão e amendoim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.10, n.2, p.357–363.

Brubaker, C.; Bourland, E. and Wendel, J. (1999). Cotton: origin, history, technology, and production. *John Wiley & Sons*. ISBN 0-471-18045-9.

Calegari, A. (2007). Uso adecuado de plantas de cobertura, rotação de culturas e seus benefícios no sistema do plantio direto. Londrina, BR; IAPAR. p. 1- 8.

Cañarte-Bermúdez, E.; Sotelo-Proañó, R.; Navarrete-Cedeño, B. (2020). Generación de tecnologías para incrementar la productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí, Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*. Vol. 13, N° 33: 85-95.



Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (1998). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Ed. (s.e). *Programa de Economía*. CIMMYT. México, DF 22p.

Farias, J. C. F.; Beltrão, N. E. de M.; Freire, E. C. (1999). Caracteres de importância econômica no melhoramento do algodoeiro. In: Beltrão, N. E. de M. (org.). *O agronegócio do algodão no Brasil*. Brasília: EMBRAPA – Comunicação para transferência de tecnologia, v.1, p.361 – 370.

Furtado, G de F; Sousa A dos S; Sousa Jr, JR, Sousa, FRM; Lacerda SS de A; Silva SS. (2014). Rendimiento e correlações da mamoneira consorciada com feijão-caupi e gergelim no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 18 (9):892–898.

Gegnehu, G.; Ghizaw, A. y Sinebo E. (2006). Crop productivity and land-use efficiency of a teff/faba bean mixed cropping system in a tropical highland environment. *Expl Agric*. Vol. 42: 495-504.

Gentleman, R., & Ihaka, R. (2019). R Project for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.r-project.org/>

ICAR (2010). INSTITUTE, CENTRAL RESEARCH, COTTON. Retrieved from Integrated Pest, Disease and Nematode Management website: <http://www.cicr.org.in/>

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP (2018). Informe Técnico Anual del Proyecto + Algodón INIAP-FAO. Estación Experimental Portoviejo-INIAP. 133p.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP (2019). Informe Técnico Anual del Proyecto + Algodón INIAP-FAO. Estación Experimental Portoviejo-INIAP. 254p.

Menéndez, J. (2007). Efecto de la densidad de población y la fertilización sobre las características de los frutos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.). Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica, Núcleo de Monagas, Universidad de Oriente, Maturín, Chile.

MINAG (2010). Manual del cultivo del Algodón.

Miranda, C.; de Oliveira, O. y Sizenando, F. (2011). Mamona consorciada com girassol em plantios defasados: eficiência biológica. *Revista Verde*. v.6, n.5, p. 166-176.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO (2018a). Curso de autoaprendizaje “Estrategias de fortalecimiento del sector algodonero para el desarrollo de la agricultura familiar”: Unidad 1. Tendencias y perspectivas regionales y globales del sector algodonero. 55p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO (2018b). El cultivo del algodón casi ha desaparecido en Ecuador. *La Hora*. Ec. 11 02: Disponible en:



<https://lahora.com.ec/zamora/noticia/1102135010/el-cultivo-del-algodon-casi-ha-desaparecido-en-ecuador>.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO (2018c). Curso de autoaprendizaje “Estrategias de fortalecimiento del sector algodonero para el desarrollo de la agricultura familiar”: Unidad 1. Tendencias y perspectivas regionales y globales del sector algodonero. 55 p.

Pinto, C. de M.; Pinto O, O.R.; Siszenando Filho, F.A. (2011). Mamona consorciada com girassol em plantios defasados: eficiência biológica. *Revista Verde*. 6(5):166-176.

Rajendran, T., Birah, A., & Burange, P. S. (2018). Insect Pests of Cotton. In *Pests and Their Management* (pp. 1–1078). <https://doi.org/10.1007/978-981-10-8687-8>.

Ramalho, F. y Gonzaga, J. (1990). Efeitos do consórcio de algodão com milho, e piretroide contra o bicudo-do-algodoeiro. 1990. *Pesq. Agropec. Bras.* 25(2): 191-199.

Rasche, J.; Fatecha, D.; Gaona, N.; Ibarra, J. y Rolón, G. (2015). Tártago asociado a cultivos anuales: una opción para la agricultura familiar. *Investig. Agrar.* 2015; 17(1): 27-35.

Reyes, P. (2014). El algodón Pima peruano: cultivo y manejo agronómico. Universidad Nacional Piura. Ciudad Universitaria. Piura, Perú.

Rezende, B; Cecílio Filho, AB; Canato, GHD; Martins, MIEG. (2005). Análise econômica de consorciados de alface x tomate, em cultivo protegido, Jaboticabal-SP. *Científica* 33(1):42-49.

Secretaría de agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2017. Planeación Agrícola Nacional. 2017-2030. Algodón Mexicano.

Teixeira, I.R.; Mota, J.H.; Silva, A.G. (2005). Consórcio de hortaliças. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 26(4):507-514.

Teixeira, I.R.; Silva, G.C.; Oliveira, J.A. de P.; Timossi, P.C. (2012). Arranjos de plantas do feijoeiro-comum consorciado com mamona. *Revista Caatinga*. 25(2):85-89.

Ulloa, M.; Stewart, J. McD.; García, E. A.C.; Godoy, S.A.; Gaytán, A.M. and Acosta, S.N. (2006). Cotton genetic resources in the western states of México: in situ conservation status and germplasm collection for ex situ preservation. *Genetic Res. Crop Evol.* 53:653-668.

Veramendi, T. y Lam, S. (2011). Guía Técnica Curso-Taller “Manejo Integrado del Algodonero. “Jornada de Capacitación UNALM-Agrobanco”. Universidad Nacional Agraria La Molina, Oficina Académica de Extensión y Proyección Social. Pág. No. 11, 12. La Arena, Piura, Perú.



Willey, RW. (1979). Intercropping - its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crop Abstracts* 32(1):1-10.

## Actividad 9. Efecto de *Trichoderma* spp. sobre características agronómicas y sanitarias del algodón

### INTRODUCCIÓN

La producción del algodón *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae), es una actividad económica importante a nivel mundial, al ser la principal fuente de fibra textil natural, con 31,3 millones de hectáreas cultivadas en 2017, siendo los principales países productores India, China, Estados Unidos, Pakistán y Brasil, que aportan con el 80% de la producción (ICAC, 2017; FAO, 2018) mientras que Australia y Egipto producen la mayor cantidad de algodón de calidad (FIRA, 2017). También se lo emplea en aceites purificados para el consumo humano (Ulloa *et al.*, 2006, 2013) y como torta de algodón para el consumo animal (Brubaker *et al.*, 1999).

En Ecuador, el algodón se siembra en las provincias de Manabí (80%) y Guayas (20%), en altitudes comprendidas entre 3 y 160 m.s.n.m., siendo más favorables localidades con pluviosidad promedio de 600 mm, 28 °C y 650 horas de heliofanía durante su ciclo productivo (Sión, 1992, FAO, 2018). Este cultivo ha pasado de ser un importante generador de divisas y empleos, a convertirse en un cultivo marginal (Rodríguez, 2014); según las estadísticas experimentó un decrecimiento importante a partir de 1974, cuando llegó a tener 36000 ha, hasta el 2010 que apenas se reportó 700 ha. En el 2016 se registraron 1800 ha con una producción de 500 TM, lo cual representa una pequeña parte de la demanda de la industria textil ecuatoriana (Andrade y González, 2017; FAO y Cooperación Internacional Brasil, 2017, INIAP, 2018). Las razones para la disminución de la superficie sembrada están relacionadas principalmente con los bajos precios de la fibra, excesivo uso de insumos y políticas gubernamentales que fomentan la importación de materias primas.

Actualmente se considera que la producción de algodón en Ecuador se desenvuelve en un entorno de agricultura familiar en transición, con tendencia a la diversificación y/o desactivación, con un componente importante de mano de obra familiar. Estos productores no disponen de tecnología actualizada para el manejo del cultivo, lo que provoca bajos rendimientos en sus parcelas (FAO, 2018). La problemática incluye la falta de semilla certificada y variedades de alto rendimiento, manejo inadecuado del cultivo y bajos precios internacionales (MAG, 2018), además de factores ambientales y problemas fitosanitarios, que causan pérdidas al productor (Agrobio, 2017), falta de asistencia técnica y calidad de fibra (Veramendi, 2013). Dentro del manejo inadecuado del cultivo de algodón en el país, podemos destacar el uso de semilla no seleccionada, poblaciones de siembra no definidas, no tratamiento a la semilla, uso inadecuado de regulador de crecimiento, inapropiado manejo de insectos-plaga y enfermedades del suelo y parte aérea de la planta, aspectos que interfieren con el crecimiento y productividad del algodón.

Para esto, es necesario la búsqueda de alternativas, que promuevan la reducción del uso aplicaciones plaguicidas extremadamente tóxicos, contando con otras estrategias de manejo,



que en armónica interacción logren reducir significativamente las poblaciones de los organismos nocivos, a través del Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Vivas-Carmona, 2017), privilegiando al control biológico en el combate de insectos, hongos, nematodos y arvenses, que compiten con el hombre en la producción de alimentos.

Una alternativa tecnológica nueva es el uso de cepas de *Trichoderma* spp. como promotor del incremento de la tasa de crecimiento y desarrollo de plantas, en especial del sistema radicular, en profundidad y masa de raíces de cultivos como maíz, tomate, pastos, entre otros (Martínez *et al.*, 2013), lo que se provoca debido a que la presencia de estos hongos en la rizósfera influencia el balance hormonal de las plantas, especialmente regulando la producción de ácido indolacético, giberélico y etileno (Stewart y Hills 2014). Tratar las semillas con estos hongos es recomendable porque aumenta el vigor de las plantas y las protege contra ciertos hongos del suelo. Shanmugaiah *et al.* (2009) demostraron que plantas de algodón resultantes de semillas tratadas con *Trichoderma viridens* tuvieron una elongación de brotes y raíces significativamente mayor que aquellas no tratadas.

Dentro de los microorganismos más utilizados para este fin a nivel mundial, están los hongos filamentosos ascomicetos género *Trichoderma* (Barón y Cid, 2019), que incluye varias especies mayoritariamente utilizadas como controladores de enfermedades vegetales (Adnan *et al.*, 2019), insectos (Coppola, 2017) y nematodos (Navia *et al.*, 2017). Entre las ventajas que poseen estos hongos, están sus múltiples mecanismos para reducir directamente las poblaciones de los organismos dañinos, principalmente, mediante antibiosis, parasitismo y competencia. *Trichoderma* tiene también la capacidad de activar los sistemas de defensa que ayudan a la planta a resistir el ataque de agentes biológicos, fenómeno conocido como Resistencia Sistémica Adquirida; este efecto fue demostrado por Contreras-Cornejo *et al.* (2018), quienes mediante aplicaciones de *Trichoderma atroviridae* lograron incrementar los niveles de terpenos y ácido jasmónico en plántulas de maíz, volviéndolas más resistentes al ataque del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

## JUSTIFICACIÓN

Los productores de algodón del Ecuador, no cuentan con innovaciones tecnológicas que los ayuden a reducir costos y tener una producción más limpia. Por esta razón el proyecto país GCP/RLA/199/BRA "Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar", tiene como uno de sus objetivos la generación de tecnología sostenible para los productores (INIAP, 2018).

Se ha demostrado el efecto positivo que tienen los aislados de *Trichoderma* spp. cuando se inoculan semillas de muchas plantas, lo que se manifiesta con un mayor vigor durante las primeras semanas del cultivo. Otro beneficio que brinda esta tecnología es la protección que realiza frente a enfermedades del suelo debido a su acción antagonista.

En el mercado ecuatoriano existe una diversidad de productos formulados con *Trichoderma*, muchos de ellos cumplen con los parámetros de calidad exigidos por la normativa vigente, como viabilidad, concentración adecuada de esporas y pureza (Viera, 2019; Jackson, 2019). Sin embargo, es necesario considerar que la eficiencia de *Trichoderma*, va depender más de las



cepas que, de la misma especie, pudiendo presentar diferencias en su modo de acción, aspecto que repercute en la eficacia y perdurabilidad de los aislamientos seleccionados cuando son llevados a condiciones de campo (Martínez *et al.*, 2013).

Con estos antecedentes, se plantea esta investigación que tiene como objetivo conocer el efecto de formulaciones comerciales de *Trichoderma* spp. sobre la condición agronómica y fitosanitaria del cultivo del algodón, como una estrategia MIP, que ayude a las plantas a fortalecer la resistencia a estreses abióticos y bióticos. Esta tecnología ayudaría a reducir los daños en el cultivo de algodón, que es muy afectado por una diversidad de problemas fitosanitarios.

## OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo general:

Generar conocimiento sobre el uso de *Trichoderma* spp. como estimulante de aspectos agronómicos y fitosanitarios en el cultivo de algodón.

### Objetivos específicos:

Evaluar la respuesta agronómica y productiva de tres variedades de algodón a la aplicación de *Trichoderma* impregnado en la semilla con línter.

Evaluar el comportamiento fitosanitario de tres variedades de algodón tratadas con *Trichoderma*.

Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación

Este experimento se lo estableció durante el periodo seco de 2020 y se lo conducirá hasta el mes de febrero de 2021, en el lote Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana del Cantón Santa Ana provincia de Manabí, en las coordenadas geográficas 01°09'51" S y 80°23'24" O, a una altitud de 60 msnm.

### Características edafoclimáticas

Temperatura promedio	26,4 °C
Precipitación media anual	851,57 mm
Humedad relativa promedio	81%
Heliofanía anual	1.604 horas sol
Topografía	Plana
Tipo de suelo	Franco

Fuente: Anuario Meteorológico del INAMHI (2011-2016). Estación Meteorológica La Teodomira (UTM).



### Material genético de siembra

Se utilizó semilla de la variedad de algodón BRS-336 introducida por el INIAP-Ecuador desde la EMBRAPA-Brasil (EMBRAPA, 2011), en noviembre de 2018 y semilla artesanal de las dos únicas variedades comerciales que se cultivan en Ecuador, conocidas como DP-Acala 90 y Coker. Las tres variedades de algodón presentan semilla con línter (fibras muy cortas adheridas a la semilla y que no son retiradas al momento del desmote). Se espera este línter facilite la adhesión de *Trichoderma* durante la inoculación. Con la finalidad de responder esta pregunta, se incluyó un testigo con semilla sin línter (BRS-336) inoculado con *Trichoderma* y un testigo de semilla sin línter y sin inoculación con *Trichoderma*.

### Factores en estudio

#### Factor A. Variedades

- V1. BRS-336
- V2. DP-Acala 90
- V3. Coker

#### Factor B. Tratamiento a la semilla con cepa comercial de *Trichoderma*.

- T 1. Con tratamiento
- T 2. Sin tratamiento

#### Testigos

1. Semilla de la variedad BRS-336 sin línter + *Trichoderma* spp.
2. Semilla de la variedad BRS-336 sin línter sin *Trichoderma* spp.

#### Tratamientos

La combinación de los factores en estudio dio como resultado los siguientes tratamientos.

Trat.	Nomenclatura	Factores en estudio				
		Variedad			Tratamiento a la semilla	
		BRS-336	DP-Acala 90	Coker	Con	Sin
1	V1T1	X			X	
2	V1T2	X				X
3	V2T1		X		X	
4	V2T2		X			X
5	V3T1			X	X	
6	V3T2			X		X
7	Testigo control 1 (semilla de la var. BRS-336 sin línter tratada con <i>Trichoderma</i> )					
8	Testigo control 2 (semilla de la var. BRS-336 sin línter y sin tratamiento con <i>Trichoderma</i> )					



## Características del campo experimental

Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimental	32
Distanciamiento entre línea	1,0 m
Distanciamiento entre planta	0,3 m
Número de líneas/parcelas	5
Longitud de hilera	6 m
Área de la parcela	30 m <sup>2</sup> (5 x 6 m)
Área útil de la parcela	18 m <sup>2</sup> (3 x 6 m)
Número de plantas/línea de siembra	20 sitios
Población de plantas/ha	33.333 pl/ha
Separación entre parcela	2 m
Separación entre repeticiones	3 m
Área total del experimento	1728 m <sup>2</sup> (48 x 36 m)

## Diseño experimental

El experimento se conducirá con un Diseño de Bloques Completamente al Azar, en Arreglo Factorial Aditivo (A x B+2), con cuatro repeticiones.

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Total	(t)(r)-1	31
Repeticiones	r-1	3
Tratamientos	(t-1)	7
Factor A	a-1	(2)
Factor B	b-1	(1)
A x B	(a-1) (b-1)	(2)
Testigo1 vs	(t-1)-[(a-1)-(b-1)-(a-1)(b-	(1)
factorial	1)]	
Testigo2 vs		(1)
factorial		
Error Experimental	(r-1) (t-1)	21

## Análisis estadístico

Antes de someter los datos al análisis de varianza, se comprobará los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y de homogeneidad de varianzas con la prueba de Bartlett. Para probar el efecto de los tratamientos en estudio, se harán comparaciones de las medias de los tratamientos a través de la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) y comparaciones ortogonales. Para el análisis se empleará el Software estadístico R Studio versión 3.6 (Gentleman y Ihaka, 2019).

## Manejo específico del experimento

El suelo se lo preparó en forma mecanizada, mediante un pase de arado, dos pases de rastra y un pase de cultivador tipo “rotavator”, con la finalidad de obtener un suelo bien mullido. Una vez realizada la preparación del terreno, se obtuvo una muestra general de suelo para su análisis



físico-químico y en base a esos resultados se aplicó el programa de fertilización adecuado a las necesidades del cultivo. La siembra se realizó de forma manual, el 15 de septiembre de 2020, colocando tres semillas, a un distanciamiento 1 m entre línea y 0,3 m entre sitio. A los 15 días después de la siembra (dds), se raleo, dejando una planta por sitio, con lo que se obtuvo una densidad poblacional de 33333 pl ha<sup>-1</sup>. Considerando la naturaleza del estudio, no se realizará tratamiento químico a la semilla, que interfiera con los tratamientos.

Inmediatamente posterior a la siembra, se realizó la aplicación del herbicida pre-emergente (pendimentalina 4 L ha<sup>-1</sup>) + un post-emergente no selectivo (paraquat 4 L ha<sup>-1</sup>). Hasta el cierre de calle fue necesario realizar dos deshieras manuales complementarias. Los riegos se dan bajo el sistema de goteo, efectuado riegos semanales.

Durante el desarrollo de este experimento, se han presentado altas poblaciones de artrópodos-plaga, favorecidos por las condiciones propias del periodo seco. Se destacan las especies de mosca blanca *Bemisia tabaci*; áfidos o pulgones *Aphis gossypii*; trips *Frankliniella* sp.; ácaro rojo *Tetranychus* spp., principalmente. Para su control ha sido necesario realizar durante los primeros 60 días, aplicaciones semanales en rotación de sustancias de distinta naturaleza, entre las que se mencionan: thiametoxam; lambda cihalotrina + thiametoxam; abamectina, cipermetrina, neem, aceite de piñón, aceite de higuerilla, detergente, jabón líquido.

A los 97 dds, no ha sido considerado la aplicación del regulador de crecimiento, manteniendo las plantas una altura adecuada y un desarrollo que no ameritaría la regulación del crecimiento.

La fertilización se fundamentó en el análisis de suelo, que determinó al nitrógeno como el elemento faltante. En base a este análisis, se realizaron dos aplicaciones de fertilizantes, a los 20 y 42 dds, empleando la mezcla de urea + YaraMila® (1:2). En cada ocasión se 180 kg ha<sup>-1</sup> de la mezcla. La cosecha está programada para el mes de febrero de 2021. Al término de la cosecha se tiene previsto cortar y retirar del área el rastrojo de la cosecha, para posteriormente quemar, con la finalidad de destruir los sitios de cría o sobrevivencias de las plagas del algodón.

### Tratamiento de la semilla

Un kilogramo de semilla de cada una de las tres variedades en estudio con línter (BRS-336, DP-Acala 90, Coker), fue tratada con la cepa comercial de *Trichoderma* en el Laboratorio de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina.

La cobertura de la semilla a tratar se realizó con el siguiente procedimiento: se efectuó una mezcla de aceite + goma; en otro recipiente se mezcló la pasta (producto comercial de *Trichoderma*) + agua, se mezclaron los contenidos de los dos recipientes y se homogenizó hasta obtener una solución viscosa y sin grumos. Posteriormente se colocó la semilla y la mezcla en un recipiente que permitió agitar y cubrir las semillas en un 50%. Por último, se incorpora el talco y se agita hasta que las semillas estén sueltas y no se pegan.

A continuación, los porcentajes utilizados en función de la cantidad de semillas a cubrir.



<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>
Semillas	72,67
Bentonita: talco	3,77
Talco	2,85
Agua	8,9
Aceite	0,54
Goma Xanthan	0,54
Pasta (conidias)	10,73
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

### **Levantamiento de la información**

**Aspectos del suelo experimental:** previo a la siembra se tomó una muestra única de suelo a partir de submuestras colectadas dentro del área experimental y 30 días posterior a la siembra, se tomó una muestra de suelo de cada una de las 32 unidades experimentales, las mismas que fueron enviadas a un laboratorio particular en Quito, con el objetivo que se realice la identificación de la cepa original de *Trichoderma* sp. así como el conteo de las unidades formadoras de colonia. Estos datos serán analizados estadísticamente al término de esta investigación. De la misma muestra, se compartió para realizar un análisis de pH, densidad aparente, y conductividad, en el laboratorio de Bromatología de la Estación Portoviejo del INIAP.

### **Variables agronómicas y productivas**

Al cierre de este informe se han registrado datos de las siguientes variables y se continuará hasta su culminación de este experimento en el mes de febrero de 2021.

**Porcentaje de germinación:** se registró a los 9 y 14 dds, en el área útil de cada unidad experimental, contabilizando el número total de plantas emergidas y relacionándolo con el número de plantas esperadas en cada parcela.

**Altura de planta (cm):** se han efectuado evaluaciones a los 28, 51 y 84 dds y se continuará hasta los 120 dds. Para esto, se marcaron aleatoriamente cinco plantas en el área útil de cada unidad experimental. En cada planta se toma la altura desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta.

**Área radicular y longitud de parte aérea de la planta (cm);** se registró esta variable a los 30, 63 dds. Para ello, se arrancó en cada ocasión aleatoriamente cinco plantas del área útil de cada parcela experimental, las cuales fueron transportadas hasta el laboratorio de Entomología de la EEP, donde se procedió inmediatamente a registrar en planillas la longitud (cm) de raíces y parte aérea.

**Índice de vigor.** Con los datos de las plantas obtenidas en los ítems anteriores, se procederá a calcular el índice de vigor utilizando la siguiente fórmula (Abdul y Anderson, 1973):



$$Vigor = \frac{\text{Longitud de brote} + \text{longitud de raíz}}{\text{Porcentaje de germinación}}$$

**Peso de materia seca (MS):** una vez se registró la longitud de raíz y parte aérea de las cinco plantas extraídas del campo, se procedió a separar las raíces de la parte aérea de las cinco plantas de cada parcela, con la finalidad de determinar el peso de materia seca (MS), tanto de la raíz como la parte aérea. Para esto, el material vegetal correspondiente de las cinco plantas (raíces y parte aérea), plenamente identificado fue colocado en fundas de papel e ingresadas a estufa a 65 °C y dejadas hasta alcanzar un peso constante. Hasta la fecha de este informe, se cuenta con el peso seco de las dos fechas de evaluación.

**Número de botones florales/planta:** se ha concluido el registro de esta variable, evaluándose a los 37, 51 y 84 dds. en las cinco plantas marcadas de cada parcela útil, contabilizando el número de botones florales/planta.

**Número de flores/planta:** en los días 51 y 84 dds, se contabilizó el número de flores/planta marcada.

**Número de bellotas/planta:** se ha realizado una evaluación a los 84 dds del número de bellotas en las cinco plantas marcadas. Se tiene previsto realizar al menos dos evaluaciones más hasta los 120 dds.

**Longitud de entrenudos (cm):** a los 65 dds se realizó el primer registro de esta variable en las mismas plantas marcadas. Para esto se considera la longitud de los cinco entrenudos de la parte apical de cada planta. Se tiene planificado realizar al menos dos evaluaciones más hasta los 120 dds.

**Número de rama/planta:** hasta la fecha se ha realizado una evaluación del número de ramas/planta a los 58 dds. Se deberán realizar al menos dos evaluaciones más hasta los 120 dds. Para el efecto, se contabiliza el número de ramas por plantas marcadas, considerándose a partir de la primera rama vegetativa.

#### **Variables fisiológicas**

**Índice SPAD (clorofila):** a la fecha, se han realizado en los días 44 y 63 dds, la determinación del contenido clorofílico en las cinco plantas marcadas. Para esto se utiliza el determinador clorofilímetro Minolta SPAD 502 plus™, registrándose el dato en el tercio medio de la planta, en hojas expuestas a la luz. De cada planta se realizan dos lecturas que corresponden a una hoja madura y una tierna. Estas mediciones se realizan normalmente en el horario entre las 11:00 am a 14:00 pm.

#### **Monitoreo de enfermedades y artrópodos en algodón**

**Incidencia de gusanos trozadores:** a los 9 y 14 dds, se registró en el área útil de cada parcela, el número total de plantas emergidas y número de plantas trozadas por acción de insectos de los



géneros *Agrotis* sp. y *Spodoptera* spp. determinándose con esta información el porcentaje de daño de estas plagas en algodón.

**Incidencia de otros artrópodos:** hasta el cierre de este informe se han efectuado evaluaciones a los 9, 14, 21, 37, 42, 56, 70 y 91 dds, de la ocurrencia de los principales artrópodos-plaga en este experimento. Dicha información es utilizada para decidir el momento oportuno de una práctica de control.

Falta durante los meses de enero y febrero de 2021, concluir con las siguientes variables:

**Diámetro del tallo (mm):** para el efecto se utilizará un calibrador “vernier”, tomándose en las cinco plantas marcadas, el diámetro del tallo a una altura de 10 cm desde la base del suelo.

**Número de ramas/planta arriba de la primera flor:** se contabilizará el número de ramas/planta, ubicadas arriba de la emisión de la primera flor en las plantas marcadas.

**Número de ramas productivas por planta:** se registrará en las plantas marcadas, el número de ramas productivas. Se considerará rama productiva, a la que posea al menos un capullo maduro, abierto apto para la cosecha.

**Rendimiento en kg/parcela y kg ha<sup>-1</sup>:** En cada uno de los pases de cosecha, previstos a partir de los 150 dds, se registrará el peso en kg/parcela útil, para luego de terminada, acumular los datos en kg total/parcela y a partir de éste, transformar el rendimiento a kg ha<sup>-1</sup>.

**Relación fibra-semilla:** Luego de la cosecha y a partir de una muestra de 100 g de algodón en rama, se procederá a desmotar para determinar el peso por separado de la fibra y las semillas, con lo cual se establecerá la relación porcentual fibra-semilla.

### **Análisis económico**

Se realizará un análisis económico de los tratamientos mediante un análisis de presupuesto parcial, usando la metodología del CIMMYT con cálculo del beneficio neto, costos variables y tasa de retorno marginal (CIMMYT, 1998).

## **RESULTADOS**

Se espera concluir con el registro de las variables faltantes antes descritas y realizar la cosecha en la fecha prevista, tentativamente marcada para el 15 de febrero de 2021 y a partir de esto, proceder al análisis de los datos. Por el momento los datos están siendo digitalizados en planillas Excel.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



Abdul Baki AA, Anderson JP (1973). Vigour determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Sci.* 13: 630.

Adnan, M.; Islam, W.; Shabbir, A.; Ali Khan, K.; Ghramh, H.; Huang, Z.; Chen, Y. y Lu, G. (2019). Plant defense against fungal pathogens by antagonistic fungi with *Trichoderma* in focus. *Microbial Pathogenesis*, 29: 7-18.

Agrobio (2017). “Cultivos agrícolas que permiten controlar malezas”. Septiembre 13, 2017, de Agrobio México Sitio web: <http://www.agrobiomexico.org.mx/aplicaciones/>  
Andrade, P. y Gonzales, M. 2017. *Análisis de la capacidad de algodón en el sector Pedro Carbo y su factibilidad de exportación*. Guayaquil, marzo de 2017.

Balzarini, G., Gonzalez, L., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, A. y Robledo, W. (2008). *Infostat. User's guide*, Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.

Baron, C.; Cid, E. y Cunha, D. (2019). Filamentous fungi in biological control: current status and future perspectives. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 79(2): 307-315.

Brubaker, C.; Bourland, E. and Wendel, J. (1999). *Cotton: origin, history, technology, and production*. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-18045-9.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (1998). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica*. Ed. (s.e). Programa de Economía. CIMMYT. México, DF 22p.

Comité Consultivo Internacional del Algodón (ICAC). 2017. Consultado 12-06-2018. Disponible en: <http://www.asajasevilla.es/noticias/algodon/item/1092-la-superficie-mundial-de-algodon-alcanzara-31-3-millones-de-hectareas.html>

Contreras-Cornejo, H.; Macías-Rodríguez, L.; del-Val, E. y Larsen, J. (2018). The root endophytic fungus *Trichoderma atroviride* induces foliar herbivory resistance in maize plants, *Applied Soil Ecology*, 124: 45-53.

Coppola, M.; Cascone, P.; Chiusano, M.L.; Colantuono, C.; Lorito, M.; Pennacchio, F.; Rao, R.; Woo, S.L.; Guerrieri, E. y Digilio, M.C. (2017), *Trichoderma harzianum* enhances tomato indirect defense against aphids. *Insect Science*, 24: 1025-1033. doi:10.1111/1744-7917.12475

Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-Algodao). (2011). BRS 336 Cultivar de alta qualidade de fibra para cultivo no Cerrado e no Semiárido do Brasil. Campina Grande, PB. Plegable CGPE 9223.

FIRA (2017). Panorama Agropecuario, Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Algodón 2017. 22p. Consultado 15 de oct. 2018. Disponible en: [https://documentop.com/algodon-2017-fira\\_5a0bef2d1723ddf4bef.html](https://documentop.com/algodon-2017-fira_5a0bef2d1723ddf4bef.html)



Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) 2018. Informe Técnico Anual del Proyecto + Algodón INIAP-FAO. Estación Experimental Portoviejo-INIAP. 133p.

Jackson, T. (2019). Bioinsumos de calidad: *Trichoderma* aliado de la agricultura sustentable. In: Sotomayor, A. et al. Memorias del II Simposio Internacional Producción Integrada de Frutas. Quito, Ecuador. p.27

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2018). Tosagua sobreviven los últimos algodoneiros. El Comercio. 2018. <https://www.elcomercio.com/actualidad/tosagua-ultimos-aldodoneiros>.

Martínez, B.; Infante, D, y Reyes, Y. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. Revista Protección Vegetal. vol.28 (no.1) La Habana-Cuba. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/scielo>.

Navia, D.; A. Delgado; W. Viera; F. Báez y T. Jackson. (2017). Application of bioproducts in Ecuadorian agriculture: case banana. Conference Proceedings of Bioproducts for Sustainable Agriculture. Quito, Ecuador. p 7.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2018). Curso de autoaprendizaje “Estrategias de fortalecimiento del sector algodoneiro para el desarrollo de la agricultura familiar”: Unidad 1. Tendencias y perspectivas regionales y globales del sector algodoneiro. 55 p.

Rodríguez, P. (2014). Diagnóstico de la Cadena del Algodón en Ecuador, 1-2.

Shanmugaiyah, V., Balasubramanian N, S. Gomathinayagam, Manoharan, S y Rajendran, A. (2009). Effect of single application of *Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens* on growth promotion in cotton plants. African Journal of Agricultural Research Vol. 4 (11), pp. 1220-1225.

Sión, F. (1992). Manual del Cultivo del Algodón. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Portoviejo. INIAP-EEP. Portoviejo, Ecuador. Manual No. 6. 24p.

Stewart, A., y Hills, R. (2014). Applications of *Trichoderma* in Plant Growth Promotion In: Eds. Gupta, V., Schmoll, M., Herrera, A., Upadhyay, R. Druzhininia, I., Tuohy, M. Biotechnology and Biology of *Trichoderma*. Elsevier.

Ulloa, M.; Stewart, J. McD.; García, E.A.C.; Godoy, S.A.; Gaytán, A.M. and Acosta, S.N. (2006). Cotton genetic resources in the western states of México: in situ conservation status and germplasm collection for ex situ preservation. Genetic Res. *Crop Evol.* 53:653-668.



Ulloa, M.; Abdurakhmonov, I.Y.; Pérez, M.C.; Percy, R. and Stewart, J. (2013). Genetic diversity and population structure of cotton (*Gossypium* spp.) of the new world assessed by SSR Markers. *Botany*. 91(4):251-259.

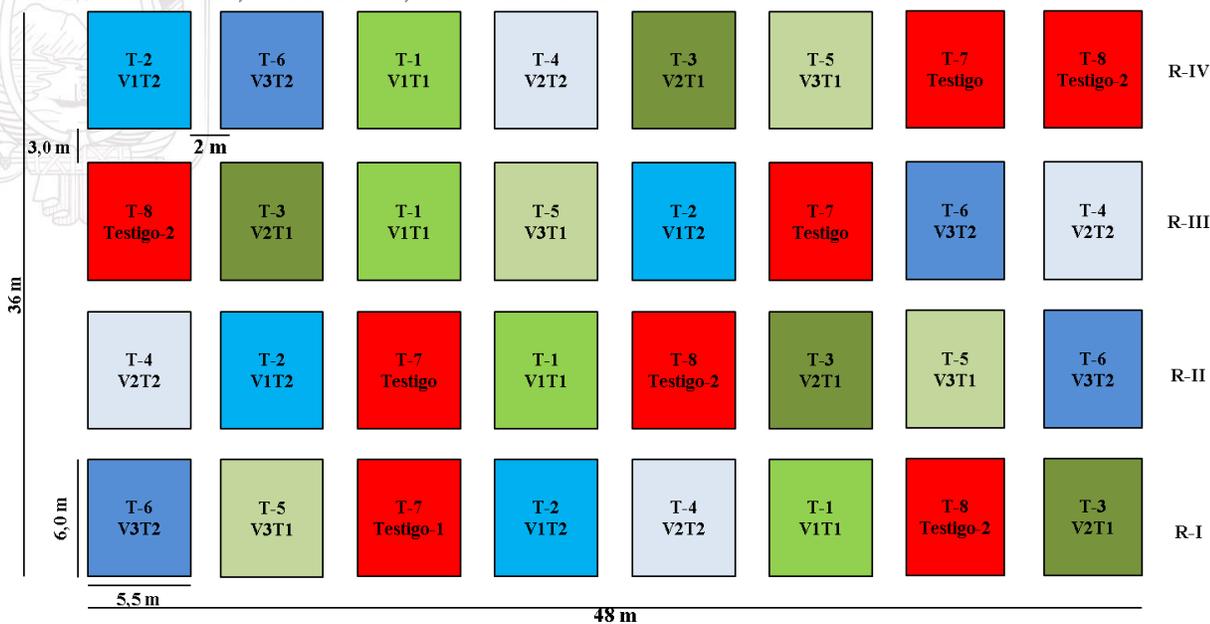
Veramendi, T. (2013). Problemática del cultivo de algodón en Perú. PPT. Slide Player. Lima, Perú.

Viera, W. (2019). Bioinsumos de calidad: *Trichoderma* aliado de la agricultura sustentable. In: Sotomayor, A. et al. Memorias del II Simposio Internacional Producción Integrada de Frutas. Quito, Ecuador. p.21

Vivas-Carmona, L. (2017). El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), 67-69. Recuperado en 05 de noviembre de 2019, de: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-38592017000200001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592017000200001&lng=es&tlng=es)

**CROQUIS DE CAMPO**

**Actividad.** Efecto de *Trichoderma* spp. sobre características agronómicas y sanitarias del algodón  
**Ubicación:** Lote Teodomira, Lodana-Santa Ana, Manabí. **Año:** 2020b 2021a.



Trat.	Nomenclatura	Factores en estudio				
		Variedad			Tratamiento a la semilla	
		BRS-336	DP-Acala 90	Coker	Con	Sin
1	V1T1	X			X	
2	V1T2	X				X
3	V2T1		X		X	
4	V2T2		X			X
5	V3T1			X	X	
6	V3T2			X		X
7	Testigo control 1 (semilla de la var. BRS-336 sin linter tratada con <i>Trichoderma</i> )					
8	Testigo control 2 (semilla de la var. BRS-336 sin linter y sin tratamiento con <i>Trichoderma</i> )					



### Actividad 10. Realización de eventos de capacitación dirigidos a productores, técnicos, estudiantes y demás interesados en la actividad algodonera

En fecha 12 de febrero de 2020, el personal técnico del DNPV-Entomología en el marco del Proyecto +Algodón, capacitó a 53 estudiantes de la Universidad Técnica de Machala, sobre el cultivo de algodón, a nivel de campo en el área de investigación del Lote Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo.



### Actividad 11. Publicaciones de fichas, plegables, guías, manuales y artículos

Durante este último trimestre de 2020, el personal técnico del DNPV-Entomología, desarrollo en el marco del Proyecto +Algodón la “**Ficha guía técnica del cultivo de algodón (*Gossypium hisrtum* L.)**”. La ficha fue enviada a la dirección de la Estación Experimental Portoviejo, en fecha 15 de diciembre del presente, para ser revisada por el Comité de Publicaciones de esta estación. Esta ficha corresponde a un compromiso establecido con la Unidad NTC de la EEP.

### FICHA TÉCNICA DEL CULTIVO DE ALGODÓN (*Gossypium hisrtum* L.)

*Ernesto Cañarte-Bermúdez*  
*Bernardo Navarrete-Cedeño*  
*Rafael Sotelo-Proaño*  
*Antonio Pinargote-Borrero*



## INTRODUCCIÓN

El algodón *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) es la principal fibra natural sembrada en el mundo, con 31,3 millones de hectáreas cultivadas en 2017. Los principales países productores son India, China, Estados Unidos, Pakistán y Brasil, que juntos aportan con el 80% de la producción de esta malvácea. La actividad algodонера en Ecuador, ha estado orientada a proporcionar materia prima para la industria textil, aceites y grasas. Las principales zonas de producción están en las provincias de Manabí y Guayas. La superficie cultivada de algodón, se ha reducido drásticamente en los últimos años. A partir de 1974 se experimenta un decrecimiento de alrededor del 30% en producción y 60% del área sembrada. Según las estadísticas, la superficie pasó de 36000 ha en 1974 a 700 ha en el 2010, reportándose en el 2020 menos de 1000 ha, con una media de producción de 2,26 TM/ha de algodón en rama, que representa una producción de apenas 2500 TM, siendo la demanda de la industria local de aproximadamente 20.000 TM anuales de fibra, debiéndose cubrir el déficit con importaciones desde USA y Asia. Los productores algodoneeros ecuatorianos, son definidos como agricultores familiares en transición hacia la diversificación y/o desactivación, el 80% de ellos son hombres, siendo las mujeres sobre todo requeridas durante la siembra y cosecha. Todas las labores del cultivo son realizadas manualmente, demandando una gran cantidad de mano de obra, que generan un costo de producción de 1425 dólares/ha.



### Publicación de artículo científico:

**Cañarte-Bermúdez, E.; Sotelo-Proaño, R. y Navarrete-Cedeño, B. (2020).** Generación de tecnologías para incrementar la productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí, Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI* 13 (33): 85-95.

### Generación de tecnologías para incrementar la productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí, Ecuador



## Resumen

El objetivo de esta investigación fue generar tecnología para la producción de algodón. En ese sentido se evaluó la respuesta de dos variedades (DP-Acala 90 y Coker) a dos densidades de siembra (62.500 y 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>) y dos programas de manejo agronómico (tecnología INIAP y tecnología clásica). El ensayo se realizó en la época seca de 2018, en la Estación Portoviejo del INIAP (01°09'51"S, 80°23'24"O, 60 msnm y 26,4 °C, 81% de HR, 851,57 mm). Se formaron ocho tratamientos, dispuestos en un Diseño de Bloques Completos al Azar con Arreglo de Parcelas Subdivididas, con cuatro repeticiones. Se evaluaron variables agronómicas, fitosanitarias y productivas. La densidad de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> tuvo menor incidencia de insectos-plaga, como trozadores y trips, además de una mejor relación peso fibra/semilla. La variedad DP Acala-90, se comportó significativamente mejor frente a la incidencia de trips y mosca blanca, además, presentó una mejor relación porcentual de peso fibra/semilla. El uso de la tecnología INIAP, tuvo significativamente más rendimiento que la tecnología clásica.

## Publicación de boletín de prensa:

Boletín de prensa (19-10-2020). INIAP actualiza y genera tecnologías sostenibles en el cultivo de algodón: disponible en:

<http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/iniap-actualiza-y-genera-tecnologias-sostenibles-en-el-cultivo-de-algodon/?fbclid=IwAR0WBvUuUH-HqRpHxQlZBrmeEcahyXAVUjHSbsu-lvSk01HkcRbM60-iZCQ#>





**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**



**DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROTECCIÓN VEGETAL (DNPV)**

**DNPV-FITOPATOLOGÍA**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2020**



## INFORME ANUAL 2020

### 1. Departamento / Programa :

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROTECCIÓN VEGETAL - FITOPATOLOGÍA  
(DNPV-FITOPATOLOGÍA)

### 2. Nombre director de la Estación Experimental:

ING. EDDIE ELY ZAMBRANO ZAMBRANO MSc.

### 3. Responsable del Departamento / Programa en la Estación Experimental:

ING. ALMA ALEXANDRA MENDOZA GARCÍA

### 4. Equipo técnico multidisciplinario I+D:

Ing. Ricardo Limongi Andrade

Ing. Wilmer Ponce Saltos Mg.

Ing. Geover Peña Monserrate

Dr. Ernesto Cañarte Bermúdez

Ing. Bernardo Navarrete Cedeño MSc.

Ing. Ramón Solórzano Faubla

Ing. Benny Avellán Cedeño Mg.

Ing. Gloria Cobeña Ruiz MSc.

Ing. Favio Ruilova

### 5. Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo.

### 6. Proyectos:

6.1. Título: Evaluaciones de los problemas fitosanitarios del cultivo de maíz; actividad reprogramada para el 2021.

Fuente de financiamiento: Gasto corriente

Presupuesto: \$ 1000

Fecha de inicio: 02-02-2020

Fecha de finalización: 30-12-2020

6.2. Título: Evaluación multilocal del comportamiento agronómico, productivo, sanitario y organoléptico de selecciones de café arábigo introducidas al Ecuador y otras desarrolladas en territorio/ Evaluaciones fitosanitarias en café arábigo

Fuente de financiamiento: Gasto corriente

Presupuesto: \$

Fecha de inicio: 01-06-2016

Fecha de finalización: 15-12-2020

6.3. Título: Propiedades fungicidas del aceite de piñón/ Determinación del efecto del aceite de Piñón sobre cultivos afectados por antracnosis y cercosporiosis; actividad reprogramada para el 2021.

Fuente de financiamiento: Gasto corriente

Presupuesto: \$

Fecha de inicio: 05-02-2018

Fecha de finalización: 30-12-2020

6.4. Título: Evaluación del comportamiento de pasifloráceas frente a *Fusarium* spp.



Fuente de financiamiento: Gasto corriente  
 Presupuesto: \$ 1.000  
 Fecha de inicio: 05-02-2018  
 Fecha de finalización: 30-12-2021

#### 7. Socios estratégicos para investigación:

Dr. Diego Quito Ávila Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE)-Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL; Ing. Flor María Cárdenas, Ing. Galo Cedeño, Escuela superior Agropecuaria de Manabí MFL ESPAM-MFL; Dr. Félipe Garcés, Ings. Liliana Corozo, Fátima Macías Universidad Técnica de Manabí UTM.

#### 8. Publicaciones:

Cobeña G., Avellán B., Mendoza A., Cañarte E., Cárdenas F., Zambrano E., Navarrete B., Limongi R. (2020) Variedad de yuca INIAP Portoviejo 652 “La Rendidora”; Nueva alternativa para la producción familiar campesina con enfoque industrial y seguridad alimentaria. Plegable 450. Estación Experimental Portoviejo.

Corozo, L., Héctor, E., Macías, F., Vásquez, B., Pinargote, B., Cobeña, G., Mendoza, A., y Arteaga, F. (2020). Micropropagación de dos variedades ecuatorianas de yuca (*Manihot esculenta* CRANTZ). Chilean J. Agric. Anim. Sci., 36(3):224-2. <https://doi.org/10.29393/CHJAAS36-21MDLC80022>. ISSN 0719-3882 print ISSN 0719-3890 online.

Cumba-García M.F., Mendoza de Arroyave A., Garcés-Fiallos F.R. (2019) Efecto de oxiclورو de cobre y riego sobre las enfermedades y producción de plantas limón (*Citrus aurantifolia* Swingle). Ciencia y Tecnología. 12 (2). 7-13. doi: <https://doi.org/10.18779/cyt.v12i2.321>.

#### 9. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:

Mendoza, A. (2020). Curso en línea: Microbiología ambiental y agrícola. UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, Open Campus. con una duración de 40 horas.

Mendoza, A. (2020). Curso Formación de Formadores, INIAP. Quito, 3 de agosto de 2020, carga horaria de 40 horas.

Mendoza, A. (2020). Seminario virtual "Alternativas sanitarias, genotécnicas y fisionutricionales para el manejo de virosis y producción en el cultivo de maíz duro". INIAP. Realizado desde el 21 de julio hasta el 25 de agosto de 2020 con una duración de 20 horas.

Mendoza, A. (2020). Seminario virtual “Manejo innovativo del cultivo de plátano (*Musa* sp.) en el litoral ecuatoriano”. Realizado desde el 27 de Octubre al 2 de diciembre de 2020 con una duración de 18 horas.

Mendoza, A. (2020). 2do Congreso de Control Biológico Aplicado, INIAP. Realizado en modalidad ONLINE del 28 al 29 de octubre y del 04 al 05 de noviembre de 2020, con una duración de 12 horas académicas.

Mendoza, A. (2020). Webinar: Agricultura Urbana, una ventana al futuro, INIAP. Dictado por la Ing. Andrea Sotomayor, Programa de Frutales, con duración de 1 hora.

Mendoza, A. (2020). Curso virtual: Institución Segura Libre de Violencia Contra las



Mujeres. MINISTERIO DE TRABAJO, SECRETARÍA TÉCNICA PLAN TODA UNA VIDA, GIZ, MISIÓN MUJER.

Mendoza, A. (2020). Webinar: Control Biológico en Ecuador, INIAP. Dictado por Carmen Castillo Departamento Nacional de Protección Vegetal, con duración de 1 hora.

Mendoza, A. (2020). Webinar: “Frutales amazónicos y su importancia en el escenario actual”, INIAP. Dictado por Yadira Vargas MSc, Programa de Frutales Estación Experimental Central Amazonía.

## 10. Propuestas presentadas:

### Propuesta 1.

**Título:** (Nombre de la propuesta presentada)

**Tipo propuesta:** (Nota conceptual, proyecto, programa, etc.)

**Fondos o Convocatoria:** (Nombre del financiador o la convocatoria donde se presentó la propuesta)

**Fecha presentación:** (Fecha de presentación del proyecto al organismo financiador)

**Responsable:** (Responsable o Director del proyecto)

**Equipo multidisciplinario:** (Nombres equipo técnico que participaron en la elaboración de la propuesta y/o participarán en la ejecución)

**Presupuesto:** (Presupuesto total requerido en la propuesta en dólares)

**Duración proyecto:** (Duración total del proyecto en meses)

**Estado:** (Aprobado, presentado o negado)

**Fecha probable inicio ejecución:** (Llenar únicamente para los proyectos que han sido aprobados en el 2017 y aún no inicia su ejecución)

## 11. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:

**Hitos 2:** Evaluaciones fitosanitarias en café arábigo, realizadas (EEP-Portoviejo).

**Actividad 1.** Evaluaciones de la incidencia de roya en 18 materiales genéticos de café arábigo en dos localidades de Manabí.

Aprobado Acta 005 de febrero del 2020

**Responsable:** Ing. Alma Mendoza García

**Colaboradores:** Ings. Geover Peña y Benny Avellán.

**Antecedentes:** En Ecuador el café se encuentra entre los diez cultivos con mayor superficie sembrada, constituyéndose en una de las principales actividades agrícolas a la que se dedican los agricultores en varias provincias de la costa, sierra y oriente (Montero 2017).

Esta especie es originaria de África Oriental y se ha sembrado en Ecuador desde su introducción en el año de 1.830, según datos del boletín situacional café 2017, del Ministerio de Agricultura del Ecuador, se observa que la superficie plantada de café ha disminuido desde el año 2007 hasta el 2014, incrementándose en los años siguientes hasta totalizar 86.625 ha sembradas en el año 2017 con una producción de 24.686 t. y con rendimientos promedios de



0,28t/ha.; el café se puede cultivar desde el nivel del mar, siendo la altitud óptima entre 1.000 y 2.000 msnm, con clima templado, suelos ricos en nutrientes y precipitaciones estacionales y moderadas; el café se encuentra entre los diez cultivos con mayor superficie sembrada, constituyéndose en una de las principales actividades agrícolas a la que se dedican los agricultores en varias provincias de la costa sierra y oriente (Montero 2017); en los resultados del informe de “rendimiento de café grano seco en el Ecuador 2017” se indica que la especie de café Arábigo representó el 65% de la producción nacional de café, con un rendimiento de 0.23 t/ha (Montero 2017).

Uno de los factores más limitantes de la producción cafetalera es el daño ocasionado por las enfermedades, especialmente la roya o herrumbre del café, esta enfermedad se observó por primera vez en Ecuador en el año 1981, en los cafetales de la provincia de Zamora Chinchipe; inicialmente, se mantuvo confinada en esta zona hasta el año 1984 y desde este lugar se dispersó paulatinamente a otras áreas productoras, afectando en la actualidad a casi toda el área cafetalera del país, donde se observa una fuerte reducción de los rendimientos, debido a que las plantaciones establecidas son de variedades susceptibles, de edad avanzada y además por que los caficultores hacen poco uso de tecnologías para el manejo de sus cultivos.

**Justificación:** La roya es considerada la enfermedad más destructiva del cafeto y la de mayor importancia económica a nivel mundial (Silva, 2018), en América latina las pérdidas causada por esta enfermedad se calculan en un 30% de las cosechas, esto ha generado preocupación entre productores, instituciones gubernamentales, organismos nacionales o internacionales que realizan esfuerzos que permitan encontrar soluciones más eficientes y de menor costo económico para su manejo.

Una de las herramientas principales del manejo integrado de plagas es la utilización de la resistencia genética; de ahí que en el año 2014 el INIAP con su programa de Cacao y Café, implementó ensayos de Evaluación multilocal del comportamiento agronómico, productivo, sanitario y organoléptico de selecciones de café arábigo introducidas al Ecuador y otras desarrolladas en territorio, establecidos en las localidades El Chial-24 de Mayo, Colimes-Paján, Comuna Sucre-Jipijapa y lote Teodomira de la EE Portoviejo, para determinar el comportamiento de varios materiales de café arábigo importados por el MAGAP, junto con los materiales Sarchimor, Caturra. El DNPV-Fitopatología como parte del equipo de trabajo, ha colaborado con el Programa Nacional de Cacao y Café y el Núcleo de Transferencia y Capacitación de la EE Portoviejo en la evaluación de la incidencia y severidad de Roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) en las variedades de café arábigo establecidas en estos ensayos; sin embargo cabe indicar que estas evaluaciones deben continuar para establecer cuáles son los materiales genéticos que presentan un mejor comportamiento frente a la roya.

### Objetivos:

- Evaluar la incidencia de roya en 18 materiales genéticos de café arábigo, en dos localidades de Manabí.
- Determinar el material genético que presente menor incidencia de roya.



**Metodología:**

Características de sitios experimentales

**Ubicación:**

Productor	Ubicación del Ensayo			Coordenadas Geográficas	
	Provincia	Cantón	Sector	Latitud	Longitud
Carlos Quimis	Manabí	Jipijapa	Comuna Sucre	556406	9836965
Bolívar Miranda	Manabí	Paján	Colimes	555510	9824120

**Características edafo climáticas**

Localidad	Paján	Jipijapa
Características		
Zona climática	Bosque seco tropical	Bosque seco tropical
Temperatura promedio	24°C	24°C
Precipitación media anual	1146 mm	1000 mm
Humedad relativa promedio	82,40%	80,00%
Topografía	Plana	Plana
Tipo de suelo	Franco arcilloso	Franco arcilloso

**Unidad experimental**

Cada unidad experimental estuvo constituida por 30 plantas establecidas a 2 m entre hileras y 1.25 m entre plantas, con un área por parcela de 75 m<sup>2</sup>; se totalizaron 54 unidades experimentales, que utilizaron 4050 m<sup>2</sup> de terreno para todo el ensayo.

**Tratamientos**

MATERIALES GENÉTICOS			
N° TRAT.	COMUNA SUCRE	N° TRAT	COLIMES
1	CATUCAI AW-AM	1	CATUCAI AW-AM
2	CATUCAI 785-AM	2	CATUCAI 785-AM
3	CATUCAI AR	3	CATUCAI AR
4	CATUCAI AW	4	CATUCAI AW
5	ACAWA	5	ACAWA



6	CATUAI IAC 39-AM	6	CATUAI IAC 39-AM
7	CATUAI P2	7	CATUAI P2
8	CATUAI IAC 86-AM	8	CATUAI IAC 86-AM
9	CATUAI IAC 44 VER	9	CATUAI IAC 44 VER
10	CATUAI AW	10	CATUAI AW
11	CATUAI 2SL	11	CATUAI 2SL
12	CATUAI 785-15	12	CATUAI 785-15
13	CATUAI IAC 81-AM	13	CATUAI IAC 81-AM
14	CASTILLO	14	CASTILLO
15	SARCHIMOR	15	SARCHIMOR
16	NESTLE 1	16	CATUAI ROJO
17	PACAS	17	PACAS
18	CATURRA ROJO	18	CATURRA ROJO

### Diseño experimental

Para esta investigación se utilizó un Diseño de Bloques completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de significación de Tukey (5%).

### Análisis estadístico

El esquema del análisis de varianza fue siguiente:

#### ADEVA

Fuentes de variación	de	G.L.
Tratamientos		17
Repeticiones		2
Error		34
Total		53

## 6.2 Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

### Variables a evaluar:

Incidencia de roya.- Para la determinación de los niveles de incidencia de roya del café se siguió la metodología establecida en los protocolos de evaluaciones del programa nacional de Cacao y Café; se contabilizaron las hojas sanas y enfermas de las plantas de la parcela útil, para lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$I (\%) = (n/N) \times 100$$



Donde:

$I$  (%) = Incidencia (Porcentaje)

$n$  = Número de hojas enfermas

$N$  = Número total de hojas observadas.

### Resultados:

En el ensayo establecido en la localidad Colimes el análisis las evaluaciones de la incidencia de roya, reportó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, mostrando la prueba de Tukey tres rangos de significación, ubicándose en el primer rango tres materiales genéticos que no presentaron incidencia de roya, Sarchimor, Castillo y Catucaí AR, mientras que el material Catucaí 2SL fue el que presentó la mayor incidencia (85,61%) (Tabla 1).

El análisis estadístico de los datos resultados de las evaluaciones realizadas en la Comuna Sucre también presentaron diferencias altamente significativas, agrupados en cinco rangos de significación de acuerdo a la prueba de significación de Tukey, aquí nuevamente los tres materiales genéticos que en Colimes no presentaron incidencia de Roya, tienen el mismo comportamiento, mientras que el material Pacas fue el que mayor incidencia de roya presentó (72,17% %) (Tabla 4).

Se puede indicar que al igual que en años anteriores, los materiales SARCHIMOR y CASTILLO siguen sin presentar incidencia de roya en las dos localidades, sumándose en este año el material Catucaí AR, esto se debe posiblemente a que estos materiales genéticos presentan características de tolerancia a la enfermedad, en tanto que el CATUCAI AR y ACAWA reportaron promedios de 0,16 y 1,64% de incidencia respectivamente. Mientras que el material que mayor incidencia de roya presentó fue Caturra rojo con un promedio de 48,72% de incidencia (Tabla 4).

Tabla 1. Evaluación de la incidencia de roya en café arábigo, en dos localidades de la provincia de Manabí, EEP 2020.



N° TRAT.	VARIETADES	INCIDENCIA DE ROYA %														
		Colimes			Comuna Sucre					Combinado localidades						
1	CATUCAI AW-AM	82,83	C	39,86	A B C D E	30,67	B C D E F									
2	CATUCAI 785-AM	36,81	A B C	22,38	A B C D	14,80	A B C D									
3	CATUCAI AR	0	A	0	A	0,00	A									
4	CATUAI AW	7,56	A B	2,69	A B	2,72	A B									
5	ACAWA	9,47	A B	9,63	A B C	4,77	A B C									
6	CATUAI IAC 39-AM	83,9	C	52,73	B C D E	34,16	C D E F									
7	CATUAI P2	37,35	A B C	5,44	A B	10,70	A B C D									
8	CATUAI IAC 86-AM	74,04	C	45,42	A B C D E	29,86	A B C D E F									
9	CATUAI IAC 44 VER	73,95	C	33,33	A B C D E	26,82	A B C D E									
10	CATUAI AW	12,3	A B	10,83	A B C	5,79	A B C									
11	CATUAI 2SL	85,61	C	31,5	A B C D E	29,28	A B C D E F									
12	CATUAI 785-15	48,2	A B C	19,26	A B C	16,86	A B C D									
13	CATUAI IAC 81-AM	80,78	C	57,81	C D E	34,65	C D E F									
14	CASTILLO	0	A	0	A	0,00	A									
15	SARCHIMOR	0	A	0	A	0,00	A									
16	CATUAI ROJO	NE		38,64	A B C D E	38,64	D E F									
17	PACAS	79,31	C	75,22	E	38,63	D E F									
18	CATURRA ROJO	76,5	C	69,66	D E	48,72	E F									
	NESTLE 1	57,98	B C			57,98	F									
	PROMEDIO	47,03		28,58		22,37										
	CV%	57,21		37,48		44,04										
	TUKEY	50,27 **		54,24 **		30,44 **										

NE Tratamiento No Establecido

### Conclusiones:

Las evaluaciones realizadas para determinar la incidencia de roya, en los ensayos de café, establecidos en las localidades de Colimes de Paján y Comuna Sucre de Jipijapa, permiten observar que los materiales genéticos de café arábigo establecidos inicialmente en cuatro localidades de la Provincia de Manabí presentan un comportamiento fitosanitario muy marcado entre ellos, en este año 2020 los materiales SARCHIMOR y CASTILLO, nuevamente se presentan como los mejores en el aspecto fitosanitario, por no presentar incidencia de roya, mientras que el Catucaí AR que en años anteriores presentó una baja incidencia, en este año no presentó síntomas de roya, posiblemente porque tiene características de tolerancia a la enfermedad; mientras que el material genético PACAS fue el que tuvo la mayor susceptibilidad a la roya del café.

**Recomendaciones:** Con los resultados obtenidos cabe indicar que estos materiales que tienen un buen comportamiento frente a roya, pueden ser validados en otras localidades, aplicando todo el paquete tecnológico para el cultivo de café y además contrastar los datos de rendimiento que el programa tiene de estos materiales.

### Referencias:

- Montero G., A. 2017. Rendimientos de café grano seco en el Ecuador 2017, resumen. Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador. Recuperado de:  
[http://passthrough.fwnotify.net/download/679835/http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/studios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_cafe\\_grano\\_seco2017.pdf](http://passthrough.fwnotify.net/download/679835/http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/studios_agroeconomicos/rendimiento_cafe_grano_seco2017.pdf)

SAGARPA. 2013. Ficha Técnica de la roya del cafeto, *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome.



Dirección General de Sanidad Vegetal, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, SINAVEF-LAB.

Silva R.A.; Zambolim L.; Castro I.S.L. ; Rodríguez H.S.; Cruz C.D.; Caixeta E.T. 2018. The Hibrido de Timor germplasm: *identification of molecular diversity and resistance sources to coffee*

Sotomayor Herrera, I. (1993). Manual del cultivo del café. Quevedo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Recuperado de: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1618>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2017. Boletín Situacional Café 2017, Sistema de Información Pública Agropecuaria. Recuperado de: [http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/boletin\\_situacional\\_cafe\\_2017.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/boletin_situacional_cafe_2017.pdf)

### Anexos:



Foto 1.- Material genético afectado por roya en la Comuna Sucre de Jipijapa.



Foto 2. Material con buen comportamiento ante la presencia de roya en Comuna Sucre de Jipijapa.



Foto 3.- Material defoliado por la alta incidencia de roya en Colimes de Paján.





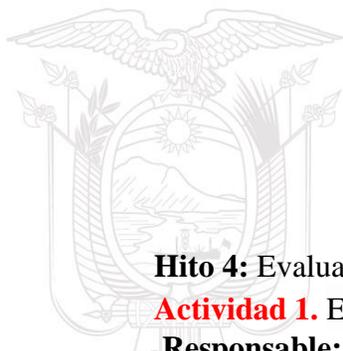
Foto 4. Material con buen comportamiento ante la presencia de roya en Colimes de Paján.



Foto 5. Material con una baja incidencia y severidad de roya.



Foto 6. Material con una alta incidencia y severidad de Roya.



**Hito 4:** Evaluaciones de la tolerancia y/o resistencia de passifloráceas a *Fusarium*

**Actividad 1.** Evaluación de passifloras a la marchitez en campo.

**Responsable:** Ing. Alma Mendoza García

**Colaboradores:** Ing. Geover Peña.

#### **Antecedentes:**

La maracuyá (*Passiflora edulis*) es un rubro de exportación no tradicional que abastece al mercado de frutos frescos (MAG, 2018) y concentrados de frutas a nivel mundial (Valarezo et. al 2014); Las exportaciones de pulpa de maracuyá tiene como destinos principales a los mercados de Holanda, Estados Unidos, Australia, Canadá, Portugal y Colombia, generando divisas para el país por 52,3 millones de dólares de enero a Julio del 2014 (El Telégrafo, 2014). Además este cultivo es de gran importancia social y económica, porque en su producción están involucrados alrededor de 10.000 pequeños y medianos productores de las provincias de Los Ríos, Manabí Guayas y Esmeraldas, donde se encuentran establecidas las mayores áreas de producción de este cultivo; que de acuerdo a la ESPAC 2018, alcanzó 8.704 ha. con una producción de 36.017 Tm. cosechadas en 6.457 ha. (INEC. 2019).

Entre los factores limitantes de la producción de la maracuyá esta la enfermedad denominada marchitez, que se manifiesta principalmente en cultivos que están en plena etapa de producción, observando en casos extremos hasta un 50% de plantas muertas; es causada por hongos habitantes del suelo, que provocan taponamiento de haces vasculares; inicialmente las plantas manifiestan clorosis, pérdida de turgencia del follaje en las horas más calientes del día y a medida



que la enfermedad avanza esta flacidez en las hojas o marchitamiento generalizado se presenta desde tempranas horas del día; las hojas que inicialmente permanecen adheridas a la plantas terminan por caerse, provocando una defoliación total, arrugamiento de frutos y finalmente la muerte de la planta (ICA, 2011) (Forero et Al, 2015).

El principal agente causal de la marchitez o secadera mencionado por la literatura es *Fusarium* spp.; en trabajos de investigaciones locales sobre la marchitez de la maracuyá y otros cultivos, se ha encontrado a varios hongos asociados a plantas con síntomas de esta enfermedad (Delgado, 2013).

La maracuyá es propagada tradicionalmente por semilla, sin embargo existen métodos de reproducción vegetativa como enraizamiento de esquejes de unos 15 cm de largo con dos o tres entrenudos y la injertación sobre plantas con buenas características, métodos de reproducción poco usados por los productores de esta especie (ICA. 2011).

Una estrategia para el manejo de la marchitez es el uso de plantas injertadas sobre patrones resistentes, de especies como *P. alata*, *P. giberti*, *P. quadrangularis*, *P. macrocarpa*, *P. coccinea*, *P. nitida* entre otras, lo cual ha resultado exitoso en plantas susceptibles a ataques de *Fusarium* spp.; el uso de *P. maliformis* como portainjerto de plantas de maracuyá, les confiere tolerancia a la pudrición del cuello causada por *F. solani*, presentando una menor incidencia con relación a las plantas no injertadas. En estudios realizados por Tamayo (1999), sobre detección de resistencia a *F. solani* en *P. maliformis*, indicaron retraso en la expresión de síntomas (Forero et Al, 2015); mientras que en trabajos realizados por Machado et al. (2015), citado por Nunes et al. (2018), manifiesta que las especies *P. alata*, *P. morifolia*, *P. suberosa* no mostraron síntomas característicos de la fusariosis. El mismo autor recomienda el uso de portainjertos de *P. foetida*, *P. nítida*, *P. alata* y *P. gibertii*, para el manejo de la marchitez.

**Objetivos:**

Evaluar en campo la incidencia de marchitez en plantas de *P.alata* y *P. maliformis* injertadas con yemas de maracuyá INIAP-2009.

**Metodología:**

Este experimento fue establecido en el lote Teodomira del INIAP, ubicado en la parroquia Lodana del Cantón Santa Ana.

**Características del sitio experimental:**

**Ubicación**

Provincia	Manabí
Cantón	Santa Ana
Parroquia	Lodana
Sitio	La Teodomira
Altitud	50 msnm.



Latitud	1°09' 52.1'' S
Longitud	80°22' 532.7'' W

### *Características edafo climáticas*

Zona climática	Trópico seco
Temperatura promedio	26 °C
Precipitación media anual*	580 mm
Humedad relativa promedio	77%
Tipo de suelo	Arcilloso

<https://es.climate-data.org/americadel-sur/ecuador/provincia-de-manabi/santa-ana-25472/>

### *Factores en estudio*

Los factores en estudio están asociados a dos portainjertos de pasifloras injertadas con yemas de la variedad de maracuyá INIAP-2009

#### A. Patrones

A1. Alata (*Passiflora alata.*)

A2. Granadilla (*Passiflora maliformis L.*)

### **Tratamientos en estudio**

N° TRAT.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN TRATAMIENTO
1	A0B0	Alata - Maracuyá INIAP-2009
2	A1B1	Granadilla - Maracuyá INIAP-2009
3	A1B2	Sin Injertar- Maracuyá INIAP-2009

### **Diseño experimental**

Diseño de Bloques completos al Azar (DBCA), con tres tratamientos y tres repeticiones; la comparación de medias se realizó mediante la prueba de significación de Tukey (5%), se utilizó herramientas de estadística descriptivas para las variables no paramétricas.

### **Análisis estadístico**

#### **Esquema del análisis de varianza.**

#### **ADEVA**

Fuentes de variación	G.L.
Tratamientos	2
Repeticiones	2
Error	7
Total	11

### **Unidad experimental**



Parcela de un surco de cinco plantas

Longitud del surco: 35 m

Distancia entre surcos: 3 m

Distancia entre plantas: 5 m

Número de surcos /parcela: 1

Área total de la parcela: 945 m<sup>2</sup>

Área total del ensayo: 1050 m<sup>2</sup>

### **Variables a evaluar:**

**Porcentaje de plantas marchitas.**- Para esta variable se contabilizó el número de plantas muertas por tratamiento y se transformó a porcentaje.

**Severidad de la marchitez.**- Se evaluó utilizando la siguiente escala (Forero et al., 2015).

Clase Descripción

**0** Ausencia de síntomas

**1** Decaimiento de foliolos, clorosis leve generalizada

**2** Clorosis intermedia y ondulación del borde foliar

**3** Defoliación y pardeamiento en la zona basal del tallo. En ocasiones se presenta emisión de rebrotes en el tercio inferior del tallo.

**4** Marchitez severa y muerte de la planta.

**Número de frutos por parcela.**- En el momento de la cosecha se contabilizarán el número de frutos cosechados en cada unidad experimental.

**Peso de frutos por parcela.**- Se registrará el peso (Kg) de todos los frutos cosechados en la unidad experimental.

## **6.2 Manejo específico del experimento y métodos de evaluación**

**Siembra de patrones.**- La siembra de patrones se realizó en recipientes plásticos de 10 cm de diámetro con turba esterilizada en cámara de crecimiento, luego fueron llevadas al invernadero y trasplantadas a fundas de plástico negro.

**Mantenimiento de patrones.**- En vivero se realizaron labores como riego de las plantas con agua filtrada una o dos veces por semana, dependiendo de las condiciones del sustrato, aplicaciones de insecticida abamectina y aceite de neem para insectos chupadores y comedores de hojas y aplicaciones con abono foliar y ácidos húmicos.

**Injertación.**- Esta labor se realizó con tres meses de retraso por la falta de desarrollo inicial de los patrones, se realizó un injerto de púa lateral como el utilizado en cacao, tomando yemas de la variedad de maracuyá INIAP 2009.

**Preparación del suelo.** El terreno se preparó con un pase de arado dos de rastra y el surcado, en el sitio de siembra se hizo hoyos de 30 cm de profundidad y alrededor de las plantas se construyeron melgas para el riego.

**Trasplante a campo.**- Se utilizó un terreno en el lote Tedomira donde estuvo establecido un cultivo de maracuyá que fue afectado por la enfermedad, las plantas se extrajeron de las fundas y se colocaron en hoyos de unos 30 cm de profundidad cuidando de no dañar las raíces.

**Riegos:** Los riegos se realizan mediante inundación, llenando las melgas construidas para ese propósito.

**Control de malezas:** El control de malezas en época seca se ha realizado con métodos mecánicos



en las coronas de las plantas y cuando sea necesario se utilizará un herbicida quemante en dosis de 2,5 l/ha.

**Control de insectos-plagas:** Se realiza de acuerdo a la plaga presente y con la recomendación del DNPV-Entomología.

**Fertilización:** En el momento del trasplante se colocó al fondo del hoyo un fertilizante nitrogenado (urea) en combinación con un fertilizante completo (yaramila complex).

### Resultados:

Este trabajo se vio afectado inicialmente por la falta de desarrollo de las plantas de alata y granadilla, estas fueron atacadas por insectos comedores de hojas en reiteradas ocasiones, lo que provocó el retraso para la injertación y por ende su trasplante al campo.

Hasta diciembre se han realizado tres evaluaciones de las variables número de plantas marchitas y severidad de la marchitez, donde los datos permiten visualizar que hasta el momento no hay presencia de la enfermedad, este trabajo continuará en el año 2021 donde se realizarán evaluaciones mensuales de la enfermedad y se tomarán datos de cosecha cuando las plantas inicien su etapa de producción.

### Conclusiones:

Con las actividades realizadas hasta diciembre, todavía no se pueden emitir conclusiones sobre el comportamiento sobre patrones de *P. alata* y *P. maliformis* injertadas con yemas de maracuyá INIAP 2009, porque la enfermedad afecta principalmente a plantas adultas en fase de producción y las plantas de este ensayo se encuentran en etapa de desarrollo.

### Recomendaciones:

Este trabajo se debe mantener en campo y realizar el seguimiento que permita verificar el tiempo de vida de este tipo de planta versus las no injertadas y además realizar trabajos que generen tecnologías en producción de patrones e injertación y determinar los costos que se generen por adoptar esta tecnología.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Maicelo Quintana, J. L., Guevara Fernández E.F., Barboza Castillo E, Oliva Cruz S.M. (2017). Evaluación de tres tipos de injertos de granadilla sobre maracuyá con púas producidas en medio hidropónico y en sustrato sólido, Chachapoyas. *Rev. de investig. agroproducción sustentable 1(1): 70-79, 2017 ISSN: 2520-5145* Recibido, 17/01/2017 Aceptado, 20/02/2017 DOI:10.25127/aps.20171.354

ICA. (2011). Manejo de problemas fitosanitarios del cultivo de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) Medidas para la temporada invernal. Bogotá, D.C. Colombia. Código: 00.09.43.12.C. Recuperado: 12-05-2020. Disponible en: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2262/44992\\_60739.pdf](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2262/44992_60739.pdf)



[?sequence=1&isAllowed=y](#)

Cuya Curo, E., Escobedo Alvarez, J. (2018). Injerto de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) sobre maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) utilizando dos secciones de brotes de plantas adultas, dos tipos de injerto y dos cámaras húmedas individuales. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú, Anales Científicos, 79 (2): 431 - 435 (2018). ISSN 2519-7398 (Versión electrónica). DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i2.918> Disponible: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/index>

Ortiz Caranguay, H E. (2012). Etiología de enfermedades asociadas a fusariosis en el cultivo de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) en la región del Sumapaz. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Agronomía Bogotá, Colombia. <https://core.ac.uk/download/pdf/11056118.pdf>

INEC. (2019). Tabulados ESPAC 2018. Superficie según producción y ventas de maracuyá (Fruta fresca) por región y provincia. Disponible en: [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec) > Estadísticas agropecuarias

Forero R., Ortiz, E., De León, W., Gómez J.C. Hoyos-Carvajal., L. (2015). Análisis de la resistencia a *Fusarium oxysporum* plantas de *Passiflora maliformis* L. REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS - Vol. 9 - No. 2 - pp. 197-208, julio-diciembre 2015.

Doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i2.4174>.

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v9n2/v9n2a03.pdf>

Perea, Dallos, M., Gerhard, F., Miranda, D. (2010). Passifloraceae Passifloras Maracuyá, Granadilla, Curuba, Gulupa. SN - 9789587195361. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/257765541\\_Passifloraceae\\_Passifloras\\_Maracuya\\_Granadilla\\_Curuba\\_Gulupa](https://www.researchgate.net/publication/257765541_Passifloraceae_Passifloras_Maracuya_Granadilla_Curuba_Gulupa)

Miranda, D., Gerhard, F., Carranza, C., Magnitskiy S., Casierra, F., Piedrahíta W., Flórez L.E. (Ed.). (2009). Cultivo-poscosecha-y-comercialización-de-las-pasifloráceas-en-Colombia. maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Primera edición, Bogotá, Colombia ISBN: 978-958-98678-2-2. Disponible en:

<http://fedepasifloras.org/es/wp-content/uploads/2018/01/Cultivo-poscosecha-y-comercializacio%CC%81n-de-las-pasiflora%CC%81ceas-en-Colombia.pdf>

Nunes de Jesus, O., Machado C de F., Junghans G. T., De Oliveira E.J., Girardi E.A., Faleiro G. F., Carriello Rosa R., Soarres Taliane L., Lucas Kennedy S. L., Souza Dos Santos I., Ribeiro Sampaio S., Silva Aguiar F., Gonçalves S. Z. (2018). Recursos Genéticos de Pasifloras L. en Embrapa: pre-mejoramiento y mejoramiento genético. IN Maracuyá: de los recursos genéticos al desarrollo tecnológico. Brasilia. 233 p. ISBN: 978-85-540487-1-6 Disponible en:



[https://www.google.com/search?biw=1366&bih=576&ei=Sr7CXqLYFcvn\\_QaGqI3ICA&q=Maracuy%C3%A1%3A+de+los+recursosgeneticos+al+desarrollo&oq=Maracuy%C3%A1%3A+de+los+recursosgeneticos+al+desarrollo&gs\\_lcp=CgZwc3ktYWIQAzIHCCEQChCgAToCCAA6BQgAEIMBOgQIABBDOgYIABAWEB46CAghEBYQHRAeOggIABAWEAoQHjoFCCEQoAE6BAghEBVQ2VdY6LYDYOm6A2gEcAB4AIAB\\_QGIAe9EkgEGMC40Mi45mAEAoAEBqgEHZ3dzLXdperABAA&sclient=psy-ab&ved=0ahUKEwiipejg8L3pAhXLc98KHQZUA4kQ4dUDCAw&uact=5](https://www.google.com/search?biw=1366&bih=576&ei=Sr7CXqLYFcvn_QaGqI3ICA&q=Maracuy%C3%A1%3A+de+los+recursosgeneticos+al+desarrollo&oq=Maracuy%C3%A1%3A+de+los+recursosgeneticos+al+desarrollo&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQAzIHCCEQChCgAToCCAA6BQgAEIMBOgQIABBDOgYIABAWEB46CAghEBYQHRAeOggIABAWEAoQHjoFCCEQoAE6BAghEBVQ2VdY6LYDYOm6A2gEcAB4AIAB_QGIAe9EkgEGMC40Mi45mAEAoAEBqgEHZ3dzLXdperABAA&sclient=psy-ab&ved=0ahUKEwiipejg8L3pAhXLc98KHQZUA4kQ4dUDCAw&uact=5)

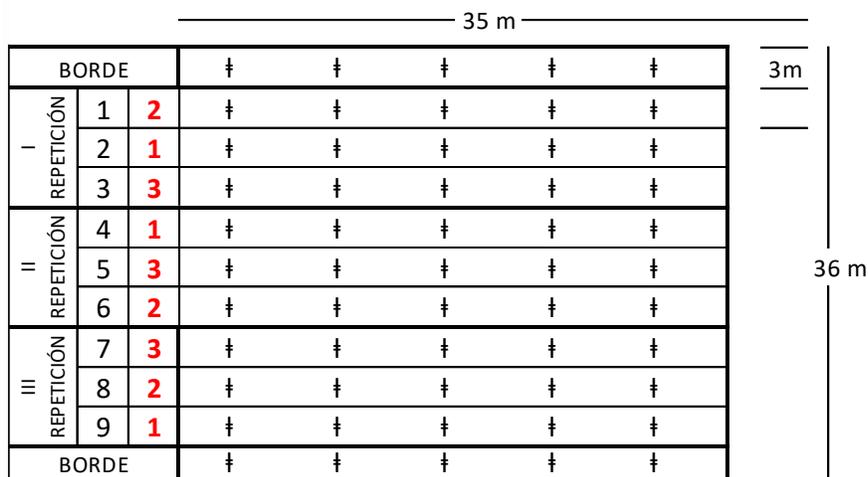
Morera P. M., Costa A.M., Faleiro G. F., Carlosama R. A., Carranza, C. (ed.) 2018. Maracuyá: de los recursos genéticos al desarrollo tecnológico. Brasilia. 233 p. ISBN: 978-85-540487-1-6 Disponible en:

[https://www.google.com/search?biw=1366&bih=576&ei=Sr7CXqLYFcvn\\_QaGqI3ICA&q=Maracuy%C3%A1%3A+de+los+recursosgeneticos+al+desarrollo&oq=Maracuy%C3%A1%3A+de+los+recursosgeneticos+al+desarrollo&gs\\_lcp=CgZwc3ktYWIQAzIHCCEQChCgAToCCAA6BQgAEIMBOgQIABBDOgYIABAWEB46CAghEBYQHRAeOggIABAWEAoQHjoFCCEQoAE6BAghEBVQ2VdY6LYDYOm6A2gEcAB4AIAB\\_QGIAe9EkgEGMC40Mi45mAEAoAEBqgEHZ3dzLXdperABAA&sclient=psy-ab&ved=0ahUKEwiipejg8L3pAhXLc98KHQZUA4kQ4dUDCAw&uact=5](https://www.google.com/search?biw=1366&bih=576&ei=Sr7CXqLYFcvn_QaGqI3ICA&q=Maracuy%C3%A1%3A+de+los+recursosgeneticos+al+desarrollo&oq=Maracuy%C3%A1%3A+de+los+recursosgeneticos+al+desarrollo&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQAzIHCCEQChCgAToCCAA6BQgAEIMBOgQIABBDOgYIABAWEB46CAghEBYQHRAeOggIABAWEAoQHjoFCCEQoAE6BAghEBVQ2VdY6LYDYOm6A2gEcAB4AIAB_QGIAe9EkgEGMC40Mi45mAEAoAEBqgEHZ3dzLXdperABAA&sclient=psy-ab&ved=0ahUKEwiipejg8L3pAhXLc98KHQZUA4kQ4dUDCAw&uact=5)



## ANEXOS

### Croquis de campo



1 N° Parcela  
**1** N° Tratamiento





Foto 7. Patrón de alata en cámara de crecimiento



Foto 8. Plantas de Granadilla creciendo en invernadero.





Foto 9. Plantas de Alata creciendo en invernadero.



Foto 10.- Planta de granadilla injertadas con maracuyá INIAP 2009 en campo lista para el deschuponado.





Foto 11.- Planta de alata injertadas con maracuyá INIAP 2009, recibiendo mantenimiento.





**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**

**LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y CALIDAD**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2020**



262  
**sembramos**  
*Futuro*

*Lenin*



**INFORME ANUAL 2020**

1. **Departamento / Programa:** Laboratorio de Bromatología y Calidad.
2. **Nombre director de la Estación Experimental:** Mgs. Eddie Ely Zambrano Zambrano.
3. **Responsable del Departamento / Programa en la Estación Experimental:** Ing. Q. Wilmer Hernán Ponce Saltos, Mg.

**4. Equipo técnico multidisciplinario I+D:****4.1.1. Equipo Técnico INIAP:**

Ph.D. Ernesto Cañarte (DNPV-Entomología-EEP).

MSc. Ing. Bernardo Navarrete (DNPV-Entomología-EEP).

Ing. Favio Ruilova (Programa de Agroenergía-EEP)

MSc. Ing. Gloria Cobeña (Programa Yuca-Camote-EEP).

Ing. Geover Peña Monserrate. (Programa de Fruticultura-EEP)

MSc. Ing. Ricardo Limongi Andrade (Programa de Maíz-EEP)

MSc. Ing. William Viera (Coordinador Nacional de Fruticultura – EESC).

MSc. Ing. Q. Beatriz Brito (Dpto. de Nutrición y Calidad – EESC).

Mg. Ing. Benny Avellán (Núcleo de Transferencia de Tecnología y Comunicación-EEP).

Ing. Luis Pinargote (Programa de Ganadería y Pastos - EETP).

5. **Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo, Financiamiento Fontagro), Proyecto+Algodón (FAO).

**6. Proyectos:****6.1. Los residuos del aguacate (*Persea americana* Mill.) en la obtención de bioplásticos.**

Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo-FONTAGRO ATN/RF-16011-RG: Proyecto Productividad y Competitividad Frutícola Andina.

Presupuesto: \$3.190,00 USD

Fecha de inicio: Enero 2019

Fecha de término: Diciembre 2020

**6.2. Optimización del proceso de jabón artesanal “prieto” de Piñón (*Jatropha curcas* L.) mediante el estudio de la cinética de saponificación**

Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo

Presupuesto: \$1320,00 USD

Fecha de inicio: Abril 2018

Fecha de término: Diciembre 2019

**6.3. Biodigestión anaeróbica de residuos del plátano variedad hartón (*Musa AAB Simmonds*) y caracterización nutricional del sustrato bio-digerido.**

Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo/ Programa de Maestría de Ing. Agrícola.

Presupuesto: \$2312,00 USD

Fecha de inicio: Agosto 2020

Fecha de término: Diciembre 2021

**6.4. Determinación de parámetros óptimos de extracción química del aceite de semilla del Algodón (*Gossypium hirsutum* L.)**

Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente EEP/Maestría en Ingeniería Agrícola(UTM)/Proyecto+Algodón (FAO)

Presupuesto: \$ 3184,5 USD

Fecha de inicio: Enero 2020

Fecha de término: Diciembre 2020

**6.5. Aprovechamiento integral del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Litoral Ecuatoriano**

Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente EEP/Maestría en Ingeniería Agrícola(UTM)

Presupuesto: \$ 30000 USD

Fecha de inicio: Enero 2020

Fecha de término: Diciembre 2022

**7. Socios estratégicos para investigación:**

**7.1. Instituto Interamericano para la Cooperación de la Agricultura (IICA).**

Mgs. Ing. Andrés Viteri (Supervisor Planta AVP-Piñón)

**7.2. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).**

Ing. Rafael Sotelo (Técnico Proyecto +Algodón (FAO)).

**7.3. Universidad Técnica de Manabí (UTM)**



PHD. Freddy Zambrano Gavilanes (FIA-UTM).

Mgs. Ing. Carlos Moreira (Vice-decano de Carrera de Ingeniería Química)

MSc. Ing. María Riera (Docente del Dpto. Procesos Químicos).

MSc. Ing. Ricardo Baquerizo (Docente del Dpto. Procesos Químicos).

MSc. Ing. Yunet Gómez (Docente del Dpto. Procesos Químicos).

Egdo. Annabelle Cedeño Giler (Tesis Ingeniería Química).

Egdo. Pamela Cruzatty Arteaga (Tesis Ingeniería Química).

Egdo. Francisco Macías (Tesis Ingeniería Química).

Egdo. Natalia Palacios (Tesis Ingeniería Química).

Egdo. Cristopher Navarrete (Tesis Ingeniería Química).

Egdo. Jesús Mezones (Tesis Ingeniería Química).

Egdo. Pedro Vega (Tesis Ingeniería Química).

Egdo. Anlly Vilcacundo (Tesis Ingeniería Química).

Ing. Gabriel Segura (Maestrante de Ing. Agrícola).

Ing. Gabriela Gallo (Maestrante de Ing. Agrícola).

## 8. Publicaciones:

**8.1.** Gallo-Sevillano, G., **Ponce Saltos, W.**, Pincay Menedez, J., Viteri, A., Duarte, R. F., & Gavilanes, F. Z. (2020). Características fisicoquímicas en diferentes grados de maduración de los frutos de tres líneas promisoras de piñón y calidad de la extracción de aceite de las semillas. *Biotempo*, 17(2). (Artículo científico).

**8.2.** Ponce Saltos, W., Zambrano Saldarriaga, C., Zambrano Villavicencio, I., Viteri Uquillas, A., & Zambrano, E. (2020). Biocombustible sólidos (pellets) a partir de cáscara de piñón (*Jatropha curcas* L.) y paja de arroz (*Oryza sativa* L.). Trípico.

**8.3.** Ponce, W., Viteri, A., Limongi Andrade, R., Pincay Menéndez, J., Avellán Cedeño, B. A., & Moreira García, P. (2020). Manual de cosecha y procesamiento del grano de piñón (*Jatropha curcas* L.) para la obtención de biocombustible (Manual) .

**8.4.** Ponce, W., Sánchez, H., Riera, M., Brito, B., y Viera, W. (2020). Obtención de bioplásticos a partir de residuos de aguacate (*Persea Americana* Mill). Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo (Trípico).

## 9. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:



**9.1. Difusión científica:**

**Ponce W.** (14 de Agosto del 2020). Obtención de bioplástico a partir de residuos de aguacate. Festival Virtual del Aguacate. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

**Ponce W.** (16 de Octubre del 2020). Bioplásticos a partir de los residuos de aguacate. III Congreso Internacional de Producción Orgánica.

**9.2. Difusión técnica:**

**Ponce W.** (10 de Enero del 2020). Visita técnica del Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda a planta extractora de aceite y laboratorio en EEP. Portoviejo-Manabí.Expositor.

**Ponce W.,** Macías E., Macías R., Zambrano E. (11 de Enero del 2020). Ferias Ciudadanas Toda Una Vida. Honorato Vasquez-Manabí.

**Avellán B., Ponce W.** y Zambrano D. (21 de Enero del 2020). Ferias Ciudadanas Toda Una Vida. Paján-Manabí. Expositor.

**Mendoza A., Álava A., Ponce W.** y Villafuerte J. (12 de Febrero del 2020). Ferias Ciudadanas Toda Una Vida. Canoa-Manabí. Expositor.

**Ponce W.,** Romero D. y Navarrete E. (11 de Marzo del 2020). Ferias Ciudadanas Toda Una Vida. Calderón-Manabí.Expositor.

**Ponce W.** Análisis de laboratorio, para determinar composición de alimentos”. Carrera de Nutrición y Dietética de la UTM. Expositor.

**Cobeña G., Cañarte E. y Ponce W.** (13 de Noviembre del 2020). Liberación de la nueva Variedad de yuca P-652 "La Rendidora" Estación Experimental Portoviejo. Pichincha-Manabí. Expositor.

**9.3. Tesis de Pregrado**

**Palacios N. y Vega P.** (2020). Optimización de las condiciones de operación para el tratamiento de las materias primas utilizadas en la producción de jabón prieto. Universidad Técnica de Manabí. Tesis de Ingeniería Química. Portoviejo-Manabí.

**Cruzatti P. y Cedeño A.** (2020).Obtención de un aceite vegetal a partir de piñón (*Jatropha curcas* L.) e higuera (*Ricinus communis* L.) formulado para uso como bioplaguicida. Universidad Técnica de Manabí. Tesis de Ingeniería Química. Portoviejo-Manabí.



**10. Propuestas presentadas:****Propuesta 1.****Título:****Tipo propuesta:****Fondos o Convocatoria:****Fecha presentación:****Responsable:****Equipo multidisciplinario:****Presupuesto:****Duración proyecto:****Estado:****Fecha probable inicio ejecución:****11. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:****Actividad 1.****Los residuos del aguacate (*Persea americana* Mill.) en la obtención de bioplásticos.****Responsable:**

Ing. Q. Wilmer Ponce Saltos

**Colaboradores:**

MSc. Ing. William Viera (Coordinador Nacional de Fruticultura – EESC).

MSc. Ing. Q. Beatriz Brito (Dpto. de Nutrición y Calidad – EESC).

MSc. Ing. María Riera (Docente del Dpto. Procesos Químicos UTM).

**Antecedentes:**

El Ecuador, por su ubicación geográfica posee las condiciones climáticas adecuadas para el cultivo del aguacate, siendo las principales zonas productoras: Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja. La variedad demandada a nivel internacional es la *Hass*; sin embargo, en el mercado local la aceptación va por la variedad *Fuerte*. En Ecuador se consume en estado fresco y a menor escala en productos procesados como aceite de aguacate, salsa, aderezos, entre otros (Viera, Sotomayor y Viera, 2016).

En el Ecuador se produjeron 24247, 16118 y 20995 toneladas (Tn) de aguacate para los años 2015, 2016 y 2017 respectivamente (FAO, 2017). Se estima que el consumo per cápita del fruto



en el país es de 1 kg al año y se proyecta que para los años 2011 al 2020, la demanda se incremente a nivel nacional en 19% conforme aumenta la población (Viera, Sotomayor y Viera, 2016).

El desarrollo de materiales sustitutos a los plásticos convencionales, se ha convertido en un interés de investigación en los últimos años. Una alternativa es el uso de fuentes renovables de origen animal o vegetal, como es el caso del quitosano y colágeno de algunos animales (De la Rosa y Charro, 2015), o almidón y celulosa provenientes de plantas, útiles en la elaboración de biopolímeros (De Almeida et.al., 2004).

A nivel internacional existen o se están desarrollando, trabajos de interés relacionados con el tema. Tal es el caso de la Universidad de la Sapienza en Roma, la cual coordina un proyecto con la participación de 21 universidades de la Unión Europea, para la transformación de residuos biológicos urbanos en productos biodegradables (Unión Europea, 2017). Por su parte investigadores de la Universidad de Sevilla junto con expertos de la Universidad de Huelva, obtuvieron un bioplástico natural absorbente a partir de la proteína de la soja (Cuadri et.al., 2017). Algunas de las investigaciones mencionadas, se han enfocado en la utilización del almidón como fuentes principales en la obtención de plástico biodegradable, el cual también puede obtenerse de distintos residuos agrícolas o agroindustriales. Uno de ellos corresponde a los generados en el procesamiento del aguacate, los cuales pueden ser usados como una alternativa para la manufactura de productos de plástico biodegradable y aditivo biodegradable, favoreciendo así el desuso de plásticos derivados del petróleo como el polietileno, polipropileno, policloruro de vinilo, poliestireno (Solís y Martín, 2016).

Existen estudios preliminares que han demostrado el uso de residuos de aguacate para obtener bioplástico. Lubis y colaboradores (2016), extrajeron el almidón de la semilla del aguacate (*Persea Americana Mill*) y la celulosa microcristalina presente en la caña de azúcar en una relación de composición de 7:3, 8:2 y 9:1 (%m/m), utilizando glicerol como plastificante con una variación de 0,1; 0,2; 0,3 (%v/m) de almidón, para obtener un bioplástico reforzado (Lubis et. al., 2016).

S. Ginting, Ramadhan y Maharani (2015), usaron almidón de la semilla de aguacate (*Persea americana Mill*) con glicerina y quitosano, para elaborar bioplástico reforzado. La relación en la composición del almidón de semilla de aguacate y quitosano fue de 7:3, 8:2 y 9:1 y la temperatura



de la solución bioplástica se varió a 80, 85 y 90 ° C. La mejor condición se obtuvo a una temperatura de 90 °C con una relación de almidón - quitosano 7:3 (S. Ginting et.al., 2015).

Por su parte S. Ginting et. al. (2018), extrajeron el almidón de la semilla del aguacate (*Persea americana* Mill.), para emplearlo como un material bioplástico. El rendimiento de almidón se lavó y se secó en horno a 70 °C durante 30 minutos, alcanzando un máximo de 24,20 g de almidón (S. Ginting et. al., 2018).

Los bioplásticos tienen como ventaja su corto tiempo de degradación, el cual se estima que sea de entre un 60 y 90% del material polimérico en un término máximo de 180 días (López, 2005). A diferencia de los plásticos convencionales cuyo tiempo de degradación va desde meses hasta cientos de años, una vez que el plástico está en el ambiente (Roach, 2003).

Este trabajo se viene realizando en el año 2019, con el nombre del protocolo “Los residuos del aguacate (*Persea americana* Mill.) en la obtención de bioplásticos.” con fecha de aprobación a través del comité técnico mediante el acta 004 con fecha 26 de Junio del 2019.

### **Objetivos:**

#### **Objetivo General**

Obtener un bioplástico a partir de los residuos del aguacate (*Persea americana* Mill.).

#### **Objetivos Específicos.**

1. Determinar las características físico-químicas de la semilla y cáscara del aguacate para la elaboración de bioplásticos.
2. Caracterizar compuestos celulósicos y almidonados de la semilla y cáscara.
3. Caracterizar las películas plásticas obtenidas evaluando sus parámetros físicos, químicos y mecánicos.

### **Metodología:**

#### **Características del sitio experimental**

#### **Ubicación**

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Bromatología y Calidad de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

#### **Factores en estudio**

Variable independiente: Residuos del aguacate (semilla).

Variable dependiente: Calidad del bioplástico.

**Unidad experimental**

Se trabajará con los residuos del procesamiento del aguacate. Específicamente la semilla del aguacate de la especie *Persea americana*.

**Tratamientos**

Se trata de un estudio con 3 factores y 2 niveles. Los factores estarán representados por los distintos materiales que se utilizarán en la elaboración del bioplástico los cuales son: almidón, celulosa y plastificante. Los niveles corresponderán a las cantidades máximas y mínimas que cada uno de ellos puede aportar, de acuerdo a lo recomendado por expertos en el tema (Enríquez, Velasco y Ortiz, 2012).

Se analizará el efecto que causan los niveles de cada factor sobre las características físicas, químicas y mecánicas del bioplástico obtenido.

**Análisis estadístico**

Se realizó análisis de media y desviación estándar en cada análisis de almidón modificado.

**Manejo específico del experimento y métodos de evaluación**

Se utilizará la semilla del aguacate para extraer el almidón, el cual se caracterizó antes de ser usado en la elaboración del bioplástico (Tabla 1).

**Tabla 1. Caracterización del almidón modificado**

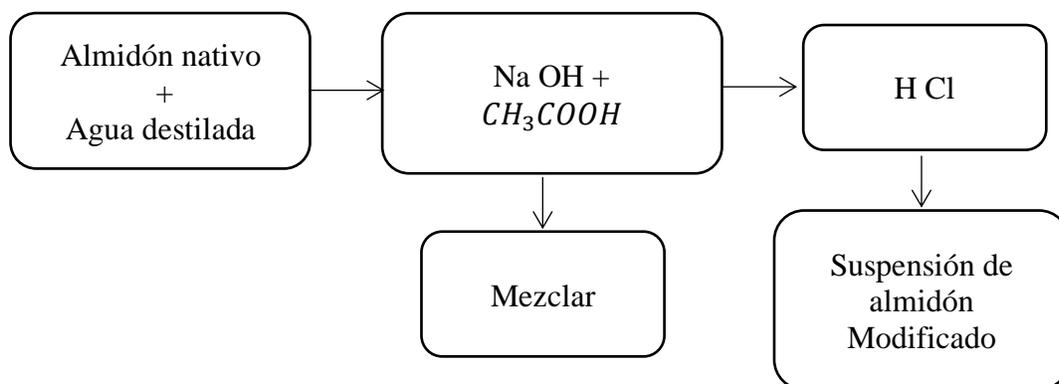
<b>Variable independiente</b>	<b>Método de determinación</b>
Humedad (%)	Método de la AOAC 925.10
Temperatura de gelatinización (°C)	Técnica de Grace.
Índice de solubilidad en agua (ISA)	Técnica de Anderson
Índice de absorción de agua (IAA) (%)	Técnica de Anderson
Poder de hinchamiento	Técnica de Anderson
Claridad de la pasta	Espectrofotometría



## Contenido de amilosa y Espectrofotometría amilopectina (%)

### Modificación del almidón nativo

La modificación química del almidón permite que este cambie su estructura modificando sus propiedades, este proceso requiere mantener variables controladas como la temperatura, el pH, el tiempo de reacción y la cantidad de reactivo, este proceso se llevó a cabo en repetidas ocasiones, los cuales sirven para detallar la repetibilidad del proceso estableciendo así una formulación para la modificación del almidón nativo. La cantidad de reactivo se controló a partir de un montaje por goteo donde los reactivos (ácido acético (5%) y NaOH (0,1 N)) se sitúan en buretas de 50 mL, y se fijan en dos soportes universales. Se pesó los 40 g de almidón nativo de aguacate en un beaker de 250 mL con 100 mL de agua destilada, se mezcló con el almidón nativo, esto se hace de forma mecánica (agitador shaker) con una velocidad entre 400 y 600 rpm durante 30 minutos para garantizar la homogeneización de la solución. Se midió el pH con un potenciómetro con el fin de mantener controlada la alcalinidad de la solución, se adicionó 1 mL de Na OH para estabilizar el pH entre 8 -8,5 ya que la reacción se desarrolla en un medio básico, al tener estabilizado el pH de la mezcla se procedió a colocar el montaje de los reactivos y se agregan gota a gota el ácido acético y el hidróxido de sodio, al adicionar la cantidad de ácido acético, se dejó reaccionar la mezcla durante 30 minutos. Por último, se detuvo la reacción con 1 mL de HCL al 1 N ya que al disminuir el pH como se ve en el diagrama 1, la reacción se detuvo debido a que la esterificación del almidón se desarrolla en medios básicos.



**Diagrama 1. Diagrama de Flujo, acetilación del almidón**

**Determinación de grado de sustitución.**

El proceso químico para la confirmación de la modificación del almidón determina el grado de sustitución de los grupos hidroxilos. La metodología para este proceso consiste en pesar 1g de almidón modificado mediante la acetilación, en un Erlenmeyer de 250 mL, se añaden 50 mL de etanol al 75% en agitación durante 30 minutos en un rango de temperatura de 20°C a 26°C, transcurrido este tiempo se deja en reposo durante 10 minutos, se le agregan 40 mL de KOH 0,5 N, esta mezcla se debe agitar durante 72 horas en un agitador shaker con una velocidad de agitación de 415 rpm, y una temperatura de 22°C. Transcurrido este tiempo se adicionaron 2 gotas de fenolftaleína, y se realiza una titulación con HCL 0,5 N, este procedimiento se realiza para el almidón nativo y modificado, se toman los datos de los volúmenes usados de HCL para la titulación, ya que son los datos necesarios para emplear en la ecuación 1.

**Ecuación 1. Porcentaje de grupos acetilo**

$$\% \text{ acetil} = \frac{(\text{ml blanco} - \text{ml muestra}) * N \text{ HCL} * 0,043}{\text{gramos de la muestra}} * 100$$

Donde 0,043 corresponde a los miliequivalentes del grupo acetilo.

Con el porcentaje de acetilo encontrado, empleando la ecuación 2 se puede encontrar el grado de sustitución el cual es número de grupos acetilos introducidos por unidad de glucosa

**Ecuación 2. Grado de sustitución**

$$\text{Grado de sustitución} = \frac{162 * \% \text{ acetil}}{4300 - (42 * \% \text{ acetil})}$$

Donde,

162 corresponde al peso molecular del anhidro de glucosa.

4300 corresponde al peso molecular del grupo acetilo multiplicado por 100%.

42 corresponder al peso molecular del grupo acetilo menos 1.

**Secado del almidón modificado**

A la mezcla proveniente del proceso de acetilación se le realiza un lavado con agua destilada, este proceso se lleva a cabo tres veces asegurándose que quede lo más limpio posible de los reactivos utilizados para la acetilación; adicional a esto, se lleva a una estufa a una temperatura de 35°C por un tiempo de 8 h, extendiendo el almidón en la bandeja para garantizar un secado uniforme.

**- Humedad:**

Se colocó 1 gramo de muestra en un horno a una temperatura de  $105\text{ }^{\circ}\text{C} + 2$  por una hora, y se enfrió en un desecador y pesar hasta peso constante. Se determinó el porcentaje de humedad por diferencia de peso.

Los procesos se hicieron de la siguiente manera:

#### - Temperatura de gelatinización

- Pesar 10 g de almidón (BS) disolver en agua destilada y completar a 100 mL.
- Calentar agua en un vaso de precipitado de 250 mL a  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Tomar 50 mL de la suspensión en un vaso de precipitado de 100 mL. e introducir el vaso de precipitado con la muestra en el agua a  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Agitar con el termómetro constantemente la suspensión de almidón hasta que se forma una pasta y la temperatura permanezca estable por unos segundos.
- Leer directamente en el termómetro la temperatura de gelatinización.

#### - Índice de solubilidad en agua (ISA), Índice de absorción de agua (IAA) y Poder de hinchamiento

- Pesar tubos de centrifuga secos a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Pesar en los tubos 1,25 g de almidón (bs) y agregar exactamente 30 mL de agua destilada precalentada a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  y agitar (sin excederse).
- Colocar en baño de agua a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 30 minutos; agitar la suspensión a los 10 minutos de haber iniciado el calentamiento.
- Centrifugar a temperatura ambiente a 4 900 RPM durante 30 minutos.
- Decantar el sobrenadante inmediatamente después de centrifugar (máximo un minuto después) y medir el volumen.
- Tomar 10 mL del sobrenadante y colocar en un vaso de precipitados de 50 mL (previamente pesado).
- Secar el sobrenadante en un horno durante toda la noche a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Pesar el tubo de centrífuga con el gel.
- Pesar el vaso de precipitados con los insolubles.

IAA =  $\text{Peso del gel (g)} / \text{Peso muestra (g) BS}$

ISA =  $\text{Peso solubles (g)} \times V \times 10 / \text{Peso muestra (g) BS}$

PH= Peso del gel (g) / (Peso muestra (g) bs–Peso solubles (g))

#### - Claridad de la pasta

- Pesar en tubos de centrifuga 200 mg de almidón (BS).
- Suspender el almidón en 20 mL de agua destilada.
- Colocar los tubos en un baño de agua en ebullición durante 30 minutos.
- Agitar la suspensión cada cinco minutos.
- Después de pasados 30 minutos colocar la suspensión en cubetas del espectrofotómetro y dejar enfriar a temperatura ambiente.
- Leer el porcentaje de transmitancia a una longitud de onda de 650 nm, utilizando agua destilada como blanco.

#### - Contenido de amilosa y amilopectina

- Preparación de la curva estándar de amilosa/amilopectina.
- Pesar 100 mg de muestra de amilosa y 100 mg de amilopectina en frascos volumétricos de 100 mL.
- Agregar a cada frasco 1 mL de etanol al 95 por ciento y 9 mL de hidróxido de sodio 1 N, tapar y dejar a temperatura ambiente entre 18-24 horas.
- Completar a 100 mL con agua destilada.
- Preparar la curva estándar de acuerdo a los siguientes valores:

Amilosa (%)	Amilosa (mL)	Amilopectina (mL)	NaOH 0,09N (mL)
0	0	18	2
10	2	16	2
20	4	14	2
25	5	13	2
30	6	12	2

- En un frasco volumétrico de 100 mL que contenga 50 mL de agua destilada agregar una alícuota de 5mL de cada punto de la curva estándar, 1 mL de ácido acético 1 N y 2 mL de solución de yodo al 2 por ciento, mezclar bien y completar a volumen con agua destilada.



- Almacenar los frascos bajo oscuridad durante 20 minutos y leer la densidad óptica a una longitud de onda de 620 nm.
- El cálculo del contenido de amilosa se realizó directamente de la curva estándar y se expresa como porcentaje.

Posteriormente se siguió el procedimiento descrito por Lubis et. al. (2016), para la obtención de las películas. Posteriormente, se añadió la glicerina, sorbitol y alcohol polivinílico (APV) en la proporción respectiva para luego calentar la mezcla de almidón y glicerol. Al alcanzar los 70 °C, se añadirá la celulosa a la mezcla y se mantuvo caliente hasta 85 °C. La mezcla se enfrió, vertió en una placa petri y se secó a 60°C en una estufa durante 24 horas.

El bioplástico obtenido del proceso se retiró del molde, y se colocó en un desecador donde se caracterizó para determinar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas (Tabla 2).

**Tabla 2. Características físicas, químicas y mecánicas del bioplástico obtenido**

<b>Variable dependiente</b>	<b>Método de determinación</b>
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Método analítico, relación masa – volumen.
Espesor (mm)	Medición con calibrador
Solubilidad en agua(%)	Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 2048:2006
Elongación (Pa)	Norma American Society for Testing and Materials (ASTM) ASTM D 828-95a
Biodegradabilidad(%)	Determinación de biodegradabilidad aerobia de plásticos, Norma ISO 14855.

- **Densidad:** La densidad se calculó como la relación entre la masa y el volumen medida a 23 ± 1°C, en muestras de 2 cm de largo, 2 cm de ancho y 3 mm de espesor. La masa se determinó con una balanza analítica y el volumen midiendo las dimensiones con ayuda de un vernier.
- **Espesor:** El espesor de las películas se midió directamente sobre estas con un equipo Mahr, milimar C1216.
- **Solubilidad en agua:** Se introdujeron muestras en agua destilada en proporción de 1:10 (film:agua) durante 48 h en reposo. Se separó el agua sobrenadante del material sólido, éste fue



trasladado a una estufa de convección natural (J.P. Selecta, S.A. Barcelona, España) durante 24 h a 60°C para eliminar el agua libre. Por último, se trasladó a un desecador con silica gel a 25°C durante 15 días para eliminar el agua ligada. Se tomó el peso inicial y final de la muestra, siendo la diferencia la masa de film disuelta en agua.

- **Elongación:** Las películas se cortaron en piezas de 15 mm de ancho y 40 mm de largo. La distancia inicial ( $l_0$ ) entre las mordazas fue de 30 mm y la velocidad de tracción de 0.9 mm/s. La tensión de ruptura se calculó dividiendo la relación de la fuerza entre el área de la sección transversal inicial de la película: y la deformación a la ruptura considerando como la deformación lineal  $[(l - l_0)/ l_0]$ , se determinó por la curva de tensión-deformación. El módulo de elasticidad se calculó como la pendiente de la región lineal de la curva de tensión en función a la deformación.

### Resultados:

**Tabla 3. Caracterización del almidón modificado obtenido.**

Análisis	Unidad	Resultado $\pm \sigma$
Humedad	%	11.5 $\pm$ 0,5
Temperatura de gelatinización	°C	67 $\pm$ 1
Claridad de pasta	----	22,23 $\pm$ 0.986
Índice de absorción	g gel/g muestra	2,23 $\pm$ 0,14
Índice de solubilidad	%	5,59 $\pm$ 0,74
Poder de hinchamiento	g agua/g almidón	3,15 $\pm$ 0,21

En respuesta al almidón modificado, se cambió algunos parámetros, en este caso el índice de solubilidad, para una reacción catiónica como lo presenta la tabla 3.

**Tabla 4. Curva de calibración amilosa-amilopectina.**

%	1	2	3	Promedio
Amilosa	Absorbancia	Absorbancia	Absorbancia	



0	0,225	0,231	0,231	0,229
10	0,315	0,317	0,315	0,316
20	0,454	0,452	0,45	0,452
25	0,511	0,508	0,503	0,507
30	0,564	0,560	0,557	0,562

La curva de calibración (tabla 4) conlleva para la determinación de amilosa y amilopectina en la tabla 5.

**Tabla 5. Porcentaje de amilosa y amilopectina en almidón modificado.**

% Amilosa	% Amilopectina	Desviación estándar
29,847953	70,152047	$\pm 0,0087$

En la tabla 6, en tres muestras de extracción, se determinó que la semilla contiene 56.68% d almidón. En la tabla 7 en la extracción acuosa tuvo un rendimiento de 5,01 + 0,05%.

**Tabla 6. Contenido de almidón modificado.**

Muestras	LST	LM	ST	% Almidón
M1	0,1	0,117	25	56,16
M2	0,2	0,246	25	59,04
M3	0,3	0,324	25	51,84
<b>% <math>\pm \sigma</math></b>				<b>55,68 <math>\pm</math> 3,62</b>



Muestras	Masa de almidón (g)	Masa de semilla (g)	% Rendimiento	Rendimiento modificado
M1	3,6	78	4,61	
M2	5,7	118	4,83	
M3	8,1	145	5,58	
			<b>% <math>\pm \sigma</math></b>	<b>5,01 <math>\pm</math> 0,05</b>

Muestra	mL de ácido Clorhídrico consumidos	% Acetil	Grado de sustitución	Promedio +DST
Almidón nativo (1)	21,2	0,00	0,00	
Almidón nativo (2)	21,3	0,00	0,00	00,00 $\pm$ 0,000
Almidón nativo (3)	21,2	0,00	0,00	
Almidón modificado (1)	20,0	1,032	0.0392	
Almidón modificado (2)	20,1	1,033	0.0393	0.0381 $\pm$ 0,00193
Almidón modificado (3)	20,1	0,946	0.0359	

**Tabla 8. Porcentaje de acetil y grado de sustitución.**

El grado de sustitución (tabla 8), emplea la cantidad de grado de sustitución de los grupos hidroxilos, en este caso un promedio de 0.0381 grupos acetilos introducidos por unidad de glucosa.

En la tabla 9, se realizaron análisis de las biopelículas, se adicionó la permeabilidad a través de vapor de agua, en donde el plastificante sorbitol se leyó correctamente, mientras lo otros plastificantes no resultaron para el ejercicio.

**Tabla 9. Análisis de la biopelícula obtenida**

Muestra	Humedad (%)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Solubilidad (%)	Espesor (μm)	Permeabilidad (g/5cm <sup>2</sup> día)
<b>Alcohol polivinílico</b>	15,68	1,029	33,08	-	-
<b>Sorbitol</b>	10,20	1,093	49,38	768,8	111.71



<b>Glicerina</b>	19,6	1,283	35,71	397,8	-
------------------	------	-------	-------	-------	---

En la prueba de enlogación, el plastificante sorbitol ha sido sobresaliente frente a las otras muestras, el plastificante de alcohol polivinílico, no llegó en buenas condiciones para el análisis.

**Tabla 10. Elongación de la biopelícula**

<b>Muestra</b>	<b>Grosor (mm)</b>	<b>Fuerza de tensión (Mpa)</b>	<b>Deformación (%)</b>	<b>Módulo elasticidad (Mpa)</b>
Sorbitol	0,7	0,87	30,42	49,25
Glicerina	0,7	0,33	25,4	15,25

### Conclusiones:

- La semilla de aguacate emitió resultados favorables para almidón, en la modificación se adquirieron propiedades que mejoran la formulación.
- La caracterización del almidón modificado arroja como resultado que es un almidón de calidad media, con alta solubilidad, baja absorción de agua y bajo poder de hinchamiento, lo cual se refleja en el porcentaje de amilosa alto e influye además en la polimerización.
- El plastificante sorbitol, tuvo mejores resultados que la glicerina y alcohol polivinílico.

### Recomendaciones:

Seguir con la formulación con otras biomásas para su posterior desarrollo.

### Referencias:

Aristizábal, J. y Sánchez, T. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín De Servicios Agrícolas de la FAO 163. ONU. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>

Biofase (2018). Información institucional. México. Recuperado de <https://www.biofase.com.mx/bioplastico>.

Ceballos, A. M. y Montoya, S. (2013). Evaluación química de la fibra en semilla, pulpa y cáscara de tres variedades de aguacate. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 11(1), 103-112. Recuperado de:



<http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/270>

Cuadri, A. A., Romero, A., Bengoechea, C. y Guerrero, A. (2017). Natural superabsorbent plastic materials based on a functionalized soy protein. *Polymer Testing*, 58, 126-134. doi: 10.1016/j.polymertesting.2016.12.024

Charro E., M. M., (2015). Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata (tesis de pregrado), Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

De Almeida A., Ruiz, J. A., López, N. I. y Pettinari, M. J. (2004). Bioplásticos: una alternativa ecológica. *Química Viva*, 3(3), 122-133. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86330305>

De la Rosa M., A. y Charro E., M. (2015). Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata (tesis de pregrado), Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Enríquez, M., Velasco, R. y Ortiz, V. (2012). Composición y procesamiento de películas biodegradables basadas en almidón. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 182-192. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a21.pdf>

FAO (2018). FAOSTAT. Roma, Italia. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Imbert, E. (2017). Food waste valorization options: opportunities from the bioeconomy. *Open Agriculture*, 2(1), 195-204. doi: 10.1515/opag-2017-0020

López, G. D. (mayo de 2005). Situación y perspectivas de los polímeros biodegradables: Diseño y formulación según la demanda del mercado. N° 424, p.176-185

Lubis, M., Bangun H., M., S. Ginting, M. H., Sartika, M. y Azmi, H. Effect of Microcrystalline Cellulose (MCC) from Sugar Palm Fibres and Glycerol Addition on Mechanical Properties of Bioplastic from Avocado Seed Starch (Persea Americana Mill). *Full Paper Proceeding*, 331(3), 1-10. Recuperado de:

[https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-Microcrystalline-Cellulose-\(-MCC-\)-from-\(-Lubis-Harahap/144a63c219e820f7e3b2f67ceb95ab3dc3864a24](https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-Microcrystalline-Cellulose-(-MCC-)-from-(-Lubis-Harahap/144a63c219e820f7e3b2f67ceb95ab3dc3864a24)

Mehdi E., S., Onay, T. T. y Demirel, B. (2017). Biodegradation of bioplastics in natural environments. *Waste Management*, 59, 526-536. doi:10.1016/j.wasman.2016.10.006

Muñoz E., L. M. y Rojas B., L. (2016). Subproductos del aguacate, materia prima potencial para diversos sectores industriales. En A. Jurado (Comp.), Investigación, ciencia, innovación y competitividad: “Una estrategia de desarrollo agroindustrial sostenible en territorio de paz” (pp. 130-142). Florencia: Colombia. Universidad de la Amazonia.

ONU (2017). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Ginebra, Suiza. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Pilla B., I. A. (2017). Desarrollo de un material termoplástico obtenido a partir de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y plastificantes (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito; Ecuador.

Raigoza M., E. Y; Rúa P., L. M., Restrepo, A. M., Alzate, L. M. (2016). Aplicación potencial de residuos de la industria de aguacate: evaluación de su capacidad antimicrobiana. Secado de la semilla del aguacate (*Persea americana* Mill). *Vitae*, 23, pS143-S144.

Roach, J. (2 de septiembre de 2003). Are Plastic Grocery Bags Sacking the Environment? *National Geographic News*. Recuperado de [http://news.nationalgeographic.com/news/2003/09/0902\\_030902\\_plasticbags.html](http://news.nationalgeographic.com/news/2003/09/0902_030902_plasticbags.html)

S. Ginting, M. H., Ramadhan T., M. F. y Singgih, A. M. (2015). Effect of Gelatinization Temperature and Chitosan on Mechanical Properties of Bioplastics from Avocado Seed Starch (*Persea americana* mill) with Plasticizer Glycerol. *The International Journal of Engineering And Science (IJES)*, 4(12), 36-43. Recuperado de: <http://www.theijes.com/papers/v4-i12/Version-2/F041202036043.pdf>

S. Ginting, M. H., Hasibuan, R., Lubis, M., Alanjani, F., Winoto, F. A. y Siregar, R. C. (2018). Supply of avocado starch (*Persea americana* mill) as bioplastic material. *IOP Conference*



*Series: Materials Science and Engineering*, 309, 1-6. doi:10.1088/1757-899X/309/1/012098.

Solís-Ávila, K. y Martín C., M. (2016). Opciones de valor agregado para el aguacate y su potencial para articular encadenamientos productivos en Michoacán. *Realidad Económica*, 19(47-48), 46-52.

Unión Europea (2017). Recursos de URban BIo-waSte (CORDIS). Recuperado de [https://cordis.europa.eu/project/rcn/206585\\_en.html](https://cordis.europa.eu/project/rcn/206585_en.html)

Valarezo U., M. J. (2012). Desarrollo de biopolímeros a partir de almidón de corteza de yuca, *Manihot esculenta* (tesis de pregrado), Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.

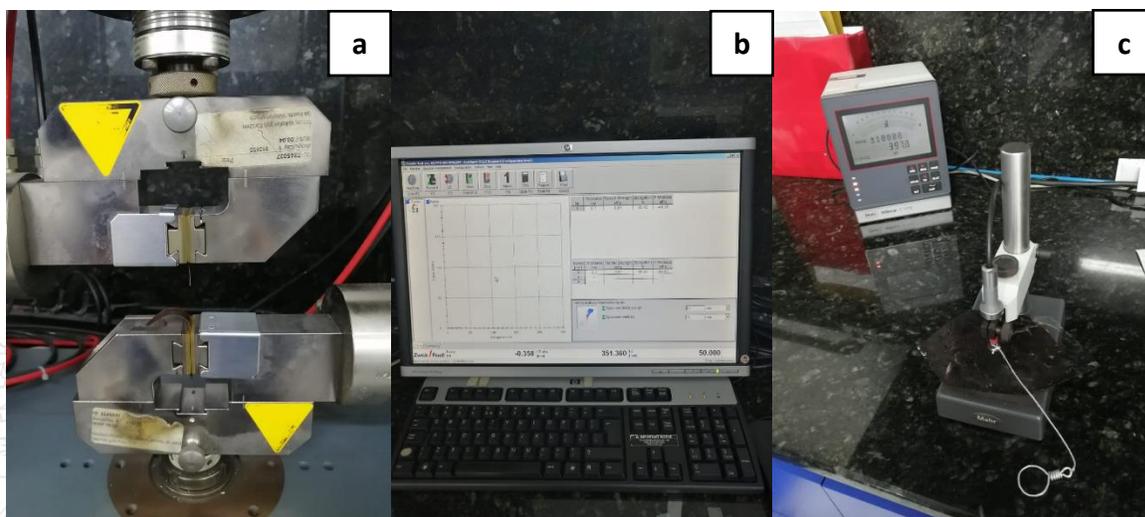
Viera, A., Sotomayor, A., y Viera, W. (2016). Potencial del cultivo de aguacate (Persea Americana Mill) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 3(3), 1-9. Recuperado de: <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/3856?mode=full>

Villavicencio V., A. y Vásquez C., W. (2008). Aguacate. *Guía técnica de cultivos*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/851>





## Anexos



**Análisis de: a,b) enlogación y permeabilidad y c) espesor de biopelículas.**



**Actividad 2.****Optimización del proceso de jabón artesanal “prieto” de Piñón (*Jatropha curcas L.*) mediante el estudio de la cinética de saponificación.****Responsable:**

Ing. Q. Wilmer Ponce Saltos

**Colaboradores:**

MSc. Ing. Ricardo Baquerizo (Docente del Dpto. Procesos Químicos).

MSc. Ing. Yunet Gómez (Docente del Dpto. Procesos Químicos).

Egdo. Francisco Macías (Tesisista Ingeniería Química).

Egdo. Natalia Palacios (Tesisista Ingeniería Química).

Egdo. Pedro Vega (Tesisista Ingeniería Química).

Egdo. Anlly Vilcacundo (Tesisista Ingeniería Química).

**Antecedentes:**

Las aplicaciones que la *Jatropha curcas L.* posee son variadas, entre las que se destacan el control de plagas, biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos, utilidad medicinal y cosmética (Pabón y Hernández, 2012), extracción del aceite para la elaboración de biocombustibles y jabón (Toral, y otros, 2008) entre otros.

Los trabajos que se han encontrado en base a la elaboración del jabón a partir del aceite de *Jatropha Curcas L.* no incluyen el uso de alguna ceniza vegetal como fuente de álcali en la saponificación, sino que describen el proceso, como es el caso de Casanovas, *et. al.*, (2015) con hidróxido de sodio y realiza una comparación con unas muestras de jabón Prieto como tal, es decir, realizado de manera artesanal.

El uso del jabón obtenido a partir del aceite de *Jatropha Curcas L.* no está limitado a Ecuador y a América Latina, en países como Portugal la producción de este jabón es comercial, es usado como una alternativa para las personas que presenten alguna reacción alérgica a los jabones comunes y en países del oeste de África como Zambia, Nigeria, Zimbabwe es comercializado como un jabón suave para lavar ropa, estos procesos excluyen las cenizas como fuente del álcali



usando así hidróxido de sodio o potasio en solución (Shahinuzzaman, Yaakob, y Moniruzzaman, 2016).

Este protocolo fue aprobado el 26 de Junio del 2019, con acta de aprobación 007.

### **Objetivos:**

#### **Objetivo General.**

Optimizar el proceso de producción de jabón prieto manipulando las condiciones de aprovechamiento de las materias primas (piñón y cenizas) y mediante el estudio de la cinética de saponificación.

#### **Objetivos Específicos.**

- Analizar la cinética de saponificación de jabón prieto comparándola con la cinética de saponificación utilizando reactivos puros.
- Establecer un procedimiento de producción de jabón prieto para ser utilizado en zonas rurales de Manabí.

### **Metodología:**

#### **Características del sitio experimental**

#### **Ubicación**

Los ensayos se realizarán en el laboratorio de Bromatología y Calidad de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP

Proporción lejía: material graso	Rendimiento de producción de jabón
----------------------------------	------------------------------------

### **Unidad experimental**

Para el cumplimiento de los objetivos trazados en la investigación se presenta el siguiente experimento:

Evaluación de la cinética de saponificación de los materiales grasos en concentraciones diferentes.

### **Manejo específico del experimento y métodos de evaluación**

#### **Optimización de las materias primas:**

- Lejía



Se quema el residuo seco en un recipiente hasta que se convierte en cenizas. La ceniza formada es expuesta a una lixiviación con agua para obtener una solución rica en hidróxidos. El estudio experimental consiste en conocer la proporción adecuada de cenizas y agua, así como el tiempo de retención en la lixiviación para obtener una lejía con mayor concentración de hidróxidos.

- **Material saponificable**

Se extrae el material graso a partir del piñón y se mezcla con agua caliente. Se mantiene en agitación hasta formar una mezcla homogénea lista para el proceso de saponificación. El estudio experimental consiste en conocer el tiempo y temperatura óptima para obtener una solución con alto contenido de material saponificable.

- **Obtención del jabón**

Se mezclan en proporción 1:1 la lejía y la solución grasa con agitación suave y constante hasta que la solución empieza adquirir mayor viscosidad, los tiempos de reacción están entre 01 h: 45, 03 h: 00 y 04:15. Se distribuye la solución en moldes y se deja secar. El estudio experimental consiste en analizar la cinética de saponificación y compararla con la cinética en la producción de jabón a partir de reactivos puros.

### Análisis Físicoquímicos:

- **Concentración de hidróxidos.**

Se determinó mediante titulación volumétrica con Ftalato ácido de potasio o ácido clorhídrico valorado en su defecto (Christian, 2009). Para la cuantificación del Hidróxido de Potasio y de Sodio, se va a realizar mediante los métodos analíticos de la ANMAT (s.f) y alcalinidad libre de la NTE INEN 821.

- **Análisis de la cinética de saponificación.**

La cinética de saponificación se va a determinar mediante el siguiente modelo cinético:

$$\frac{dCa}{dt} = -k \times Ca^n$$

$\frac{dCa}{dt}$  = Cinética de reacción.

Ca = Concentración de reactivos.

K = Constante Cinética de reacción.



n= Orden de reacción.

## Resultados

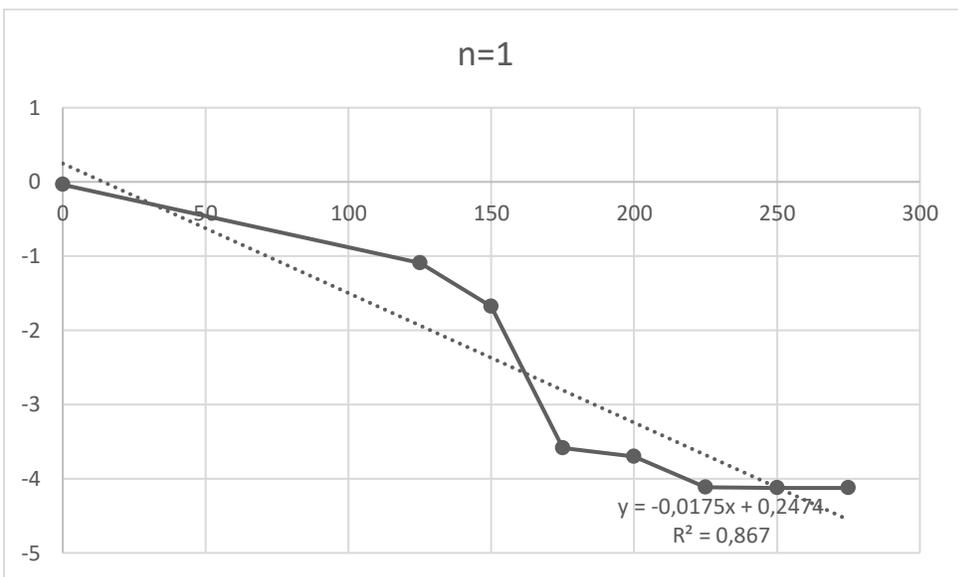
### Parámetros cinéticos

Para la determinación de los parámetros cinéticos se estableció un volumen constante de las muestras en 200 ml o 0,2 L, además de una temperatura constante de 75°C, con los datos obtenidos se procedió a calcular el orden parcial de la reacción de saponificación para el reactivo de hidróxido de potasio (tabla 10).

**Tabla 10. Parámetros cinéticos para obtener la velocidad de reacción.**

Tiempo (min)	%alcalinidad libre	mol/l	Ln(mol/l)
0	6,7164	0,96247	-0,03825
125	2,3340	0,33447	-1,09522
150	1,3023	0,18662	-1,67867
175	0,1929	0,02764	-3,58839
200	0,1724	0,02471	-3,70074
225	0,114	0,01634	-4,11436
250	0,1128	0,01616	-4,12495
275	0,1128	0,01616	-4,12495

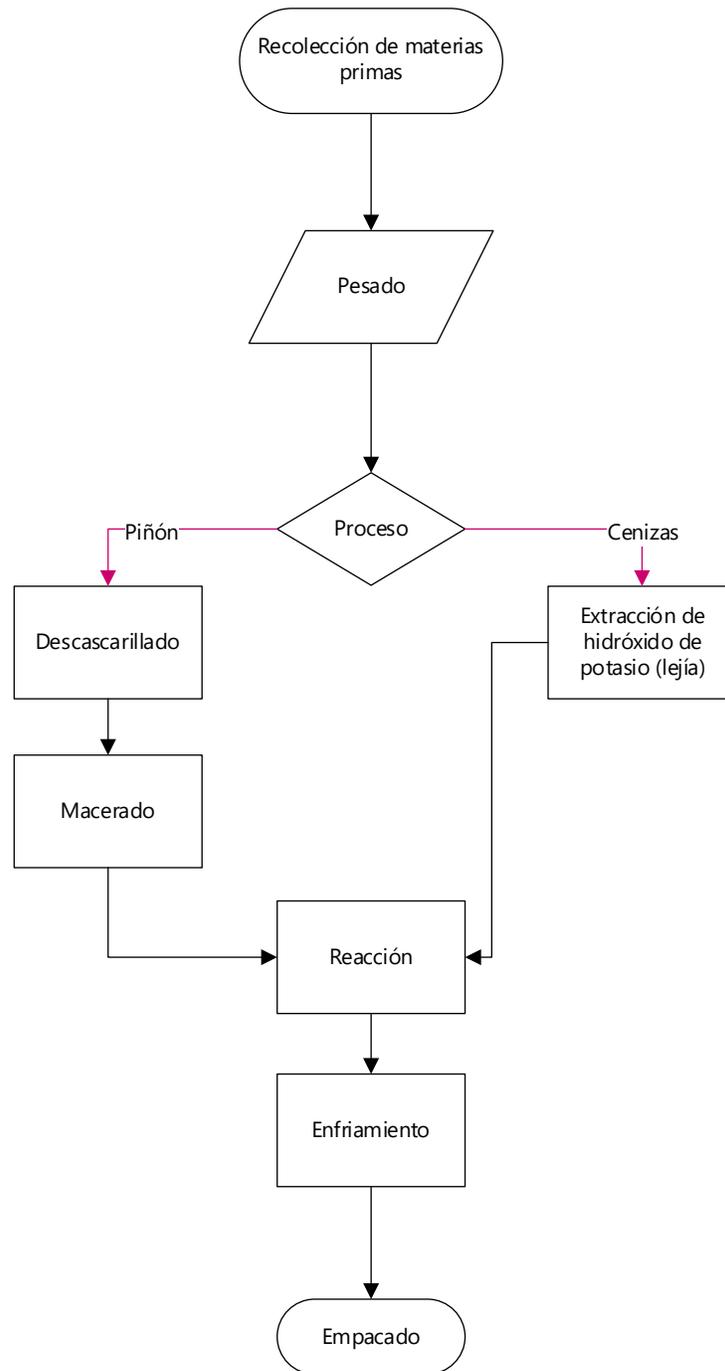




**Gráfico 1. Cinética de la saponificación de la masa de cenizas con tiempo de reacción.**

El orden parcial de la reacción, para el hidróxido de potasio en el proceso de saponificación con las semillas de *Jatropha Curcas* L., es de primer orden, con una constante de velocidad de  $k=0,0175s^{-1}$ .

El proceso de obtención de jabón negro, con prácticas ancestrales y optimizado, se detalla a continuación:



**Diagrama 2. Proceso de saponificación de la optimización de jabón negro de *Jatropha curcas* L.**

**Conclusiones:**



- La reacción de saponificación con agua alcalina de cenizas con la masa de jabón es de primer orden, con una constante de velocidad de  $k=0,0175s^{-1}$ .
- El proceso de saponificación se ha optimizado a través del tiempo de retención (extracción de lejía) y el tiempo de reacción.

### Recomendaciones

Seguir con el estudio a través de la optimización y ajustes con otros materiales grasos.

### Bibliografía.

ANMAT (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica). s.f. Farmacopea Argentina. Séptima Edición, Volumen II. República de la Argentina.

Recuperado en: [www.anmat.gov.ar/webanmat/fna/pfds/libro\\_segundo.pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/fna/pfds/libro_segundo.pdf)

Atkins, P., y De Paula, J. (2009). Elements of physical chemistry. Fifth edition. Oxford University Press, USA.

Casanovas, E., Vera, H., y Mosquera, C. (2015). Tecnología Para La Producción Artesanal Del Jabón Prieto De Jatropha Curcas L. *Revista Agroambiental*, 97-104.

Christian Gary D. (2009). Química Analítica. McGrawHill. 6ta Edición. Pág 266-279.

De la Cruz Salazar, M., & Fernandez, V. (2012). "Control De Calidad FisicoQuimico De Jabones De Tocador En Barra, Comercializados En La Ciudad De Trujillo". 6.

INEN (2012). NTE INEN 821:2013. Agentes surfactantes. Determinación de alcalinidad libre.

Pabón, L., & Hernández, P. (2012). Importancia Química de Jatropha Curcas y sus aplicaciones biológicas, farmacológicas e industriales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 194-209.

Saldarriaga, G., & Zambrano, E. (2014). Dosificación Óptima De Hidróxido De Sodio Como Reactante De La Alcalinidad Del Jabón En Barra A Base De Piñón (Jatropha curcas L.). 1-2.



Shahinuzzaman, M., Yaakob, Z., & Moniruzzaman, M. (2016). Medicinal and cosmetics soap production from Jatropha oil. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 1-9.

Toral, O., Iglesias, J., Montes, S., Sotolongo, J., García, S., & Torstl, M. (2008). *Jatropha curcas* L., una especie arbórea con potencial energético en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 191-207.

## Anexos

### Cálculos de cinética de reacción química

Insumos	Cantidad
KOH	10,8g
Semillas	50g
Agua	100g
total	160,8g

%m/m	PM	Estequiometría	mol	mol/l
6,71641791	56,1056	gKOH/mol	0,19249415	0,96247077

n=1		n=2	
Tiempo (min)	Ln	Tiempo (min)	1/c
0	0,03825158	0	1,03899259
125	1,09522301	125	2,98984938
150	1,67867461	150	5,35844925
175	3,58838991	175	36,1757826
200	3,70074447	200	40,4774272
225	4,11436338	225	61,2132321
250	4,12494549	250	61,8644367
275	4,12494549	275	61,8644367





### Actividad 3

#### Determinación de parámetros óptimos de extracción química del aceite de semilla del Algodón (*Gossypium hirsutum* L.)

**Responsable:** Ing. Q. Wilmer Ponce S.

**Colaboradores:**

Ing. Gabriel Segura (Maestrante de Ingeniería Agrícola- UTM)

Dr. Freddy Zambrano Gavilanes (Docente UTM)

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP).

M. Sc. Bernardo Navarrete (Entomología EEP).

Mgs. Benny Avellán (Transferencia de Tecnología EEP)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico FAO-Proyecto + Algodón)

**Antecedentes:**

El cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.), es considerado como el oro blanco y contribuye significativamente a la economía de los países productores de esta fibranatural (Bozorov et al., 2018). Comercialmente es un cultivo de gran importancia por ser una de las plantas que produce la fibra más utilizada a nivel mundial, además su valor económico y social, siendo su producción destinada a la industria textil. Su semilla contiene entre 18-24% en grasa cruda, siendo esta su destino a la industria aceitera para la elaboración de aceite de cocina, así mismo la semilla del algodón contiene alto contenido de proteínas entre 20-40%, el cual es una fuente rica de alimento para el ganado (Bozorov et al., 2018; Faghani et al., 2018; Li et al., 2019). Su aceite es un ingrediente común en muchos alimentos procesados y en alimentos para animales.

Durante los últimos años la presencia de los aceites vegetales se ha incrementado en la elaboración de productos alimentarios, cosméticos, médicos, farmacéuticos y en la fabricación de biocombustibles (Baffes, 2010).

Aproximadamente el 60 % de lo que se cosecha en campo de este cultivo es peso en semillas de algodón.

En la extracción química de aceite se aplica dos procesos en la extracción, primero el de filtración y segundo de inmersión, y particularmente se produce la extracción el solvente fluyendo a una dirección opuesta a la semilla en recirculación hasta que se ha obtenido la mayor cantidad de



aceite en el solvente saturado (micela), que se separa el aceite del solvente mediante el fenómeno de destilación (López, 2008). Con el objetivo de incrementar y favorecer un mayor rendimiento de extracción de aceite también se recurre al uso de disolventes como el hexano (Bueno-Ferrer, Garrigos y Jimenez, 2010).

López (2008) manifiesta que también se puede obtener la extracción a través del prensado en frío (discontinua) comprimiendo las semillas en un cilindro con orificios a través de un embolo; así mismo en una prensa mecánica a través de un tornillo sinfín.

Esta actividad ha sido aprobada a través de comité técnico con fecha 06 de mayo de 2020, mediante Acta de aprobación N° 016.

### **Objetivos:**

#### **Objetivo General:**

Determinar los parámetros óptimos de extracción química del aceite de semilla del Algodón (*Gossypium hirsutum* L.).

#### **Objetivo Específico:**

-Validar la metodología de extracción de aceite de la semilla de algodón a través de n-hexano y etanol.

#### **Metodología:**

#### **Ubicación**

Los experimentos se realizaron en el laboratorio de Bromatología y Calidad de la Estación Experimental Portoviejo.

#### **Factor en estudio**

Los factores a estudiarse son los tipos de solventes a utilizarse como etanol y hexano, las variables de respuestas es el contenido de aceite, por efectos pandémicos sólo se usaron el hexano en ciertos tiempos.

#### **Procedimiento**

##### **Fase 1:**

Las semillas son provenientes de unos ensayos de la Universidad Técnica de Manabí en el campus La Teodomira, el proceso inicia una vez que la semilla llega al laboratorio de Bromatología y Calidad se ejecutó con la limpieza externa de las semillas de algodón, realizando los métodos de ablución, a través de ácido sulfúrico diluido en agua (Oliveira, 2011) con



diferentes niveles de concentración: 25%, 50%, 75%, en caso de no disponer ácido sulfúrico, se puede reemplazar con ácido acético y de esta manera acompañado a otro proceso de limpieza o con agua caliente.

### Fase 2:

Una vez definida la limpieza de la semillas, se procede secarlas en la estufa hasta peso constante y luego a homogenizarla a través del molino de biomasa marca Thomas Scientific, minimizando la muestra, para luego colocar la masa en una bolsa sellada hecha de papel filtro, donde se va a definir los tiempos de rangos desde 1 hasta 16 horas como lo concreta la ISO 659:2009 en la determinación de contenido de aceite en semillas.

### Resultados:

En retirar asperezas, el más factible con el 75% con ácido sulfúrico, en ácido acético y ácido nítrico, no limpiaron satisfactoriamente.

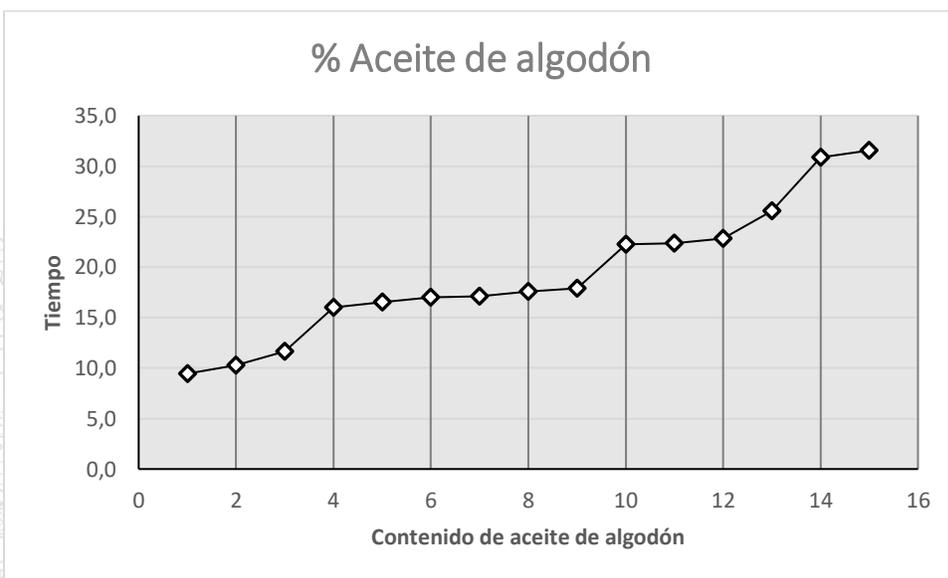
En la tabla 11, el tiempo de 15 horas, tuvo un contenido de aceite de 31.6% como mayor porcentaje, y el tiempo de una hora el menor porcentaje (9,5%), en el grafico refleja la evolución del contenido en horas vs contenido de aceite.

**Tabla 11. Contenidos de aceite de algodón en diferentes tiempos con la misma masa y volumen de solvente.**

Tiempo (horas)	%	% $\pm \sigma$
1	9,5	0,33
2	10,3	0,39
3	11,7	0,54
4	16,0	0,37
5	16,6	0,25
6	17,0	0,99
7	17,1	0,52
8	17,6	0,43
9	17,9	0,13
10	22,3	0,27



11	22,4	1,51
12	22,9	0,48
13	25,5	0,75
14	30,9	0,04
15	31,6	1,12



**Gráfico 2. Evolución de contenido de aceite en diferentes tiempos.**

**Conclusiones:**

- El ácido sulfúrico limpia las asperezas de una forma eficiente.
- En quince horas hay mayor contenido de aceite de algodón.

**Recomendaciones:**

Seguir desarrollando la metodología de validación de extracción de aceite..

**Referencias:**

Baffes, J. (2010). Markets for cotton by-products: Global trends and implications for african cotton producers. The World Bank.

Bozorov, T., Usmanov, R., Yang, H., Hamdullaev, A., Musavev, S., Shavkiev, J., Abdullaev, A. (2018). . Effect of water deficiency on relationships between metabolism, physiology,



biomass, and yield of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Arid Land*, Vol. 10: N° 3. Pág. 441-456.

Bueno-Ferrer, C., Garrigos, A., & Jimenez, A. (2010). Characterization and thermal stability of poly(vinyl chloride) plasticized with epoxidized soybean oil for food packaging. *Polymer Degradation and Stability*, 2207-2212.

El Productor. (27 de Abril del 2020). El Productor, El Periódico del campo. Obtenido de <https://elproductor.com>: <https://elproductor.com/el-algodon-ecuatoriano-enbusqueda-de-la-autosuficiencia/>

Faghani, E., Kolahi, M., Sohrabi, B., & Goldson-Barnaby, A. (2019). Anatomic features and antioxidant activity of cotton seed (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes under different irrigation regimes. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38(3), 883-896.

Li, P. T., Chen, T. T., Lu, Q. W., Ge, Q., Gong, W. K., Liu, A. Y., ... & Li, S. Q. (2019). Transcriptomic and biochemical analysis of upland cotton (*Gossypium hirsutum*) and a chromosome segment substitution line from *G. hirsutum* × *G. barbadense* in response to *Verticillium dahliae* infection. *BMC plant biology*, 19(1), 1-24.

López, W. (2008). Determinación de la Influencia de la Presión en un proceso de extracción de Aceite de Semilla de Algodón. (Proyecto de grado). Bucaramanga, Universidad Pontificia Bolivariana.

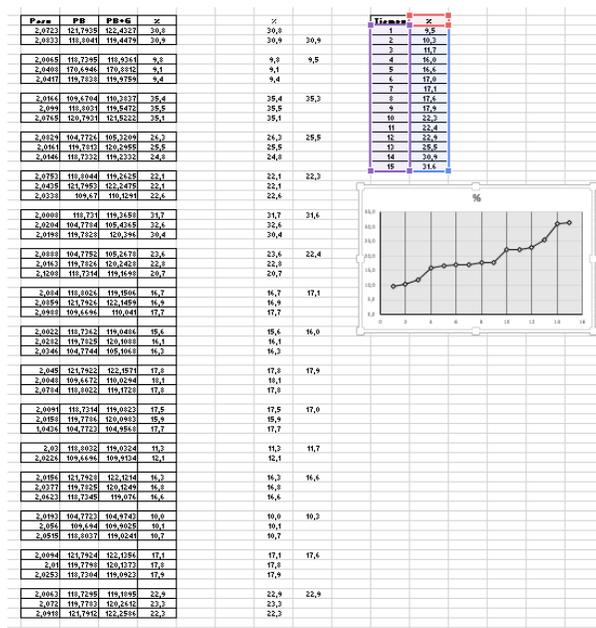
Oliveira, E. (2011). Composição físico-química de sementes de linhagens de algodoeiro herbáceo cultivadas em regime de sequeiro. *Agropecuária Técnica, Areia*, 32(1), 16-20.

Rousset, P. (2008). Guía técnica para la utilización energética de los aceites vegetales. Brasilia: CIRAD.

Vivero, J. (2018). Proyecto + Algodón Ecuador, Estadísticas 2018.



**Anexos:**



**Imagen de hoja de cálculo de registro de datos**

**Actividad 4**

Biodigestión anaeróbica de residuos del plátano variedad hartón (*Musa AAB Simmonds*) y caracterización nutricional del sustrato bio-digerido.

**Responsable:** Ing. Q. Wilmer Ponce Salto.

**Colaboradores:**

Dr. Freddy Zambrano Gavilanes (Docente de la UTM).

Ing. Luis Pinargote (Programa de Ganadería y Pastos - EETP)

Mg. Benny Avellán Cedeño (NDT- EEP)

**Antecedentes:**

El auge en la demanda del consumo energético en todo el planeta y la dependencia de fuentes de energía no renovable, así como los problemas ambientales asociados nos exigen la búsqueda de nuevas tecnologías y fuentes energéticas (Durazno, 2018). Para Gonzabay & Moisés (2016), el uso global de la energía ha ido aumentando desde la Revolución Industrial en forma creciente. Las fuentes principales de energía son los combustibles fósiles: carbón, gas natural y petróleo, que aportan entre el 75% y el 85% del total de la energía utilizada. Las reservas de combustibles



fósiles son limitadas y a corto o mediano plazo, se necesitarán fuentes alternativas de combustibles. Entre ellos, los combustibles producidos biológicamente o biocombustibles.

Varios países son pioneros en la obtención de energía eléctrica a partir de la generación de biogás a través de procesos anaerobios como Alemania, Reino Unido y Dinamarca, esto indica que es una tecnología madura que puede ser transferida a los sectores industriales y rurales del país (Montenegro et al., 2016). Los subproductos agroindustriales y los residuos de cosecha constituyen en los países agrícolas una fuente importante de alimento, y en la mayoría de los casos, por falta de conocimiento y voluntad técnica, no son aprovechados de manera adecuada (López, 2016).

Los inóculos es una de las fuentes que lo genera es la producción animal, en particular la cría de rumiantes: bovinos, caprinos, ovinos, búfalos y camélidos. Estos animales digieren los alimentos mediante un proceso que se conoce como “fermentación entérica”, donde los microorganismos presentes en el aparato digestivo (rumen) fermentan los alimentos; esta fermentación libera hacia la atmósfera me-tano como subproducto. En los no rumiantes, la fermentación ocurre en el intestino grueso y las bacterias tienen una capacidad muy inferior de generar metano (McCaughey, Wittenberg, & Corrigan, 1999).

La biodigestión anaeróbica es un proceso biológico, que en ausencia de oxígeno y dado en varias etapas en las que intervienen distintas poblaciones de microorganismos, haciendo posible la transformación de la fracción orgánica de los RSU en biogás. El biogás, es una mezcla de gases, entre los cuales principalmente se encuentran el CH<sub>4</sub> (50-70%) y el CO<sub>2</sub> (30-50%) en mayor proporción, seguido de otros en menor proporción como lo son el vapor de agua, aire (N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>) que puede entrar en la alimentación, NH<sub>3</sub> y compuestos de azufre (H<sub>2</sub>S) que se forman durante el proceso. Se dice del biogás que es una fuente de energía secundaria, debido a que es un gas combustible que presenta una elevada capacidad calorífica, sobre 5.700 Kcal/m<sup>3</sup>, lo que le confiere unas muy buenas características como combustible para aprovechamiento en quemadores, turbinas, calderas, etc. Pudiendo generar a través de él, calor y electricidad, si se cuenta con las instalaciones adecuadas para ello (San Millán, 2018).



En la actualidad se han desarrollado métodos para la transformación de residuos en energía y así alcanzar la meta de conservación de los recursos y del ambiente. Una forma de obtener energía a partir de los residuos es mediante la digestión anaeróbica (Lijarza, 2017). El aprovechamiento de los residuos orgánicos generados por la agricultura constituye un aspecto básico a considerar para mejorar la viabilidad económica, el medioambiente y el propio sistema productivo (Roca-Pérez et al., 2017).

Con relación al Ecuador, al ser un país con gran potencial agrícola y ganadero, se puede obtener una gran cantidad de desechos (biomasa) que se pueden destinar a la generación de energías alternativa. Sin embargo, el uso de biogás para la generación de energía eléctrica no es una tecnología muy común en nuestro país (Durazno, 2018). Para Kummamuru (2016), actualmente la biomasa cubre el 14% de la demanda mundial de energía, pero es utilizado en procesos ineficientes donde no se aprovechan todos sus compuestos. De acuerdo al Ministerio de Agricultura y Ganadería en el país se generan al año una ingente cantidad de residuos, estos generalmente son quemados, abandonados en el sitio de producción o arrojados en los ríos, constituyéndose en un grave foco de contaminación para los ecosistemas por cuanto debido a su estructura lignocelulósica la biodegradación es lenta (Cueva, 2018).

Ecuador es un país agrícola en el cual se tienen 9 cultivos principales y entre los cultivos más importantes se encuentran el plátano (*Musa AAB Simmonds*) variedad “Hartón”, de la familia de las Musáceas es de interés mundial por su alto contenido de almidón y material lignocelulósico (Flor, 2017). Los residuos generados del cultivo de plátano son elevados, ya que en el país es masivo su consumo en especial en el área alimenticia (chiflerías), donde solo es de interés su fruto, desperdiciando las cascara y el raquis de la racima, donde es bueno darle un uso adecuado a todo ese material que se desperdicia en los basureros, un segundo uso como biogás actividad amigable con el medio ambiente; se estima, que por cada tonelada de fruto producido se generan aproximadamente 480 kg de hojas, 160 kg de tallo, 3 toneladas de pseudotallo y 440 kg de cáscara; una vez que el plátano cumplió su fase de producción se lo cosecha para diversos fines, quedando varios residuos como el pseudotallo, hojas, raquis y cascara esto varía de acuerdo a su fin, una vez cosechada esta permite el paso a una nueva planta (Medina et al., 2018). Para Giraldo y Montoya (2015), la mayoría de estos residuos producidos por el cultivo de plátano se quedan



en campo como el pseudotallo en la época de verano servirá como fuente de humedad ya que esta constituido por liquido el mismo que humedece la zona donde se está descomponiendo, también sirven los residuos como rastrojos mismos que se descomponen por la acción microbiana y posteriormente se incorporan al suelo. Sin embargo, los residuos de plátano contienen una buena cantidad de lignocelulosas con un 34,10% lo que es la pulpa y 5,39% en la cascara, que pueden ser aprovechadas para la generación de energía.

La presente investigación es parte de la interacción entre la INIAP-EEP y la UTM, el mismo que se realizará como una alternativa para el manejo de los residuos del plátano variedad hartón y su caracterización nutricional del substrato biodigerido y sus potenciales resultados, como opción de uso de la biomasa residual.

#### **Objetivos:**

Analizar la biodigestión anaeróbica de residuos del plátano (*Musa AAB Simmonds*) variedad “Hartón” y caracterizar nutricionalmente el substrato biodigerido.

**Metodología:** Esta actividad se aprobó a través de ACTA DE APROBACIÓN N° 018 a través del comité técnico de la Estación Experimental Portoviejo, el experimento no se llevó a cabo por la Emergencia Sanitaria COVID-19, en el 2021 se va a proceder, sin embargo, se ejecutó una prueba semejante con yuca, que se lo realizó como actividad extra-POA.

#### **Resultados:**

#### **Conclusiones:**

#### **Recomendaciones:**

#### **Referencias:**

Azevedo, F. G. (2010). Estudo das condições ambientais para produção de Biogás a partir de glicerol co-produto do Biodiesel. Mestrado em Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, Campus de Recife, PE, Área de Concentração Engenharia Química, Recife.

Cueva, C. C. (2018). Aprovechamiento de residuos de plátano, cacao y maíz como sustratos para la producción del hongo “pleurotus ostreatus”, en la comunidad la magdalena de

Francisco de Orellana. Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas, Pp. 87.

Durazno, C. A. (2018). Valorización de estiércol bovino y porcino en la producción de biogás en un biodigestor de producción por etapas. Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Carrera de Ingeniería Ambiental, Pp. 86.

Flor, B. R. (2017). Evaluación de la composición de las biomásas residuales de plátano verde (*Musa spp*) y papa (*Solanum Tuberosum*) antes y después del proceso de extracción de almidón. Tesis de Grado, Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Colegio de Ciencias e Ingeniería, Pp. 86.

Gavilanes, F. Z. (2017). Physic Nut Seed Cake Methanation and Chemical Characterization of Anaerobic Bio-digested Substrate. Waste and Biomass Valorization, Pp. 1267-1276, 10(5).

Giraldo, C. N., & Montoya, M. N. (2015). Caracterización de residuos de banano (pseudotallo y hojas) mediante análisis termogravimétrico para uso potencial como biocombustible sólido. Tesis de Grado, Universidad de Medellín, Facultad de Ingeniería, Ingeniería Ambiental, Pp. 94, Medellín - Colombia.

Gonzabay, V. A., & Moisés, S. M. (2016). Diseño y construcción de un biodigestor anaeróbico vertical semi continuo para la obtención de gas metano y biol a partir de las cascaras de naranja y mango. Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, Carrera de Ingeniería Industrial, Pp. 85.

Kummamuru, B. (2016). WBA Global Bioenergy statistics 2017. . World Bioenergy Association.

Kunz, A., & Sulzbach, A. (2007). Kit Biogás portátil para análise de concentração de gás metano, amônia e gás sulfídrico em biogás. Embrapa Suínos e Ave. Concórdia-Brasil 2p.



Lijarza, G. Y. (2017). Producción de biogás a partir del estiércol de ganado vacuno y gallinaza durante el proceso de digestión anaeróbica a escala de laboratorio. Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Pp. 61.

López, G. C. (2016). Composición química y digestibilidad in situ de las cascarras de banano (*Musa paradisiaca*), Frejol Gandul (*Cajanus cajan*), y Maiz (*Zea mays*) colonizados con hongos (*Pleurotus* sp). Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias pecuarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Pp. 80.

McCaughey, W., Wittenberg, K., & Corrigan, D. (1999) Impact of Pasture Type on Methane Production by Lacting Beef Cows. *Can. J. Sc.*, 79(2), 221-226.

Medina, M. J., Sánchez, H. M., Hidalgo, M. A., Jiménez, R. E., & Ruíz, S. T. (2018). Un estudio sobre el potencial del uso de residuos lignocelulósicos. *Revista, MICA*, Vol. 1, N.º 1, Pp. 6-23, México.

Montenegro, O. K., Rojas, C. A., Cabeza, R. I., & Hernández, P. M. (2016). Potencial de biogás de los residuos agroindustriales generados en el departamento de Cundinamarca. *Revista, ION*, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, Vol. 29, N°2, Pp. 23-37.

Roca - Pérez, L., León, T. D., Andrade, C. J., & Boluda, H. R. (2017). Aprovechamiento de residuos orgánicos en distintos cultivos de Ecuador. *Revista Científica, Axioma*, Pg. 84-95, N.º 16.

San Millán, C. A. (2018). Estudio técnico sobre biodigestores anaeróbicos, aplicado al tratamiento de la fracción orgánica de los residuos municipales, Pp. 28.



Zambrano, G. F. (2018). PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA TORTA DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.). Tesis Doctoral, Universidad Estatal de Londrina (UEL), Pp. 69.

## Actividad 5

### Aprovechamiento integral del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Litoral Ecuatoriano.

**Responsable:** Ing. Q. Wilmer Ponce Saltos.

#### Colaboradores:

Ricardo Limongi. M.Sc Maíz INIAP-EEP

Eddie Zambrano. M.Sc Maíz INIAP-EEP

Benny Avellan. Mg. NDT INIAP-EEP

Iván Samaniego. PhD. DNC INIAP-EESC

Carlos Moreira, Mg. IQ-UTM

María Riera, M. SC. IQ-UTM

María Mendoza, Mg. FCA-ULEAM

Fernando Sánchez, PhD. FIA-UTM

Valeria Ramírez. Mg. DIN-IIGE

#### Antecedentes:

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo importante en que radica ser el segundo cereal (primero el trigo) a nivel mundial y a nivel nacional el más cultivado, y también el primer cultivo transitorio utilizado para el consumo alimenticio de animales y su diversificada aplicabilidad en la fabricación de materias primas en la industria energética y de biomateriales (MAGAP, 2013). La estimación de superficie sembrada de maíz amarillo duro en el Ecuador durante el primer período del año 2018 fue de 217.900,44 hectáreas; de éste total, la provincia de Manabí cubre una superficie de 79.590,62 hectáreas correspondiente a 37% (SIPA, 2019). Ecuador produce 1,2 millones de toneladas (t) de maíz, dentro de las cuales 900.000 toneladas adquiere la industria nacional para la elaboración de alimento balanceado en la producción de aves, porcino, peces, etc. (Baca, 2016; Faustos, 2018).

Según S.I.P.A. (2020), emite datos en donde la mayor parte de la producción de maíz en el Litoral ecuatoriano está representada por híbridos comerciales de maíz duro amarillo, en donde la



provincia de Manabí con una superficie de 1.606.465 ha totales, es una de las regiones más sobresalientes, y que tiene una superficie plantada y cosechada de 82.123 ha, con un rendimiento de 5,57 ton/ha de maíz duro, también se produce el maíz para el consumo en fresco (maíz choclo), con una superficie de 75 ha, con un rendimiento de 2,04 ton/ha, este último, es aplicado como una alternativa social-económica para pequeños agricultores de los valles irrigables del Litoral ecuatoriano, cuyas siembras se dan en diferentes sistemas de uso de la tierra a nivel de monocultivos o asociados con hortalizas (Alarcón et al. 2019) y en menor escala el uso de variedades criollas utilizados en muchos platos típicos de las poblaciones del Litoral ecuatoriano.

Bajo estos antecedentes, es preciso recalcar que en la generación de la cadena de valor del maíz a nivel nacional y zonal, no se aprovecha en su totalidad, en el caso del maíz amarillo duro, existen subproductos que no son considerados dentro de la cadena de valor, por ejemplo, el desarrollo de biocolorantes, bioalcoholes, etc., y que estos son aprovechables de una manera integral el grano, además de la cantidad de residuos de maíz que quedan después de las cosechas como hojas, tallo, tusa, etc. según Serrano *et al.*, (2017), en el Ecuador se generan más de 100.000 toneladas de residuos por año, y en su mayoría son quemados, dejando un impacto negativo hacia el ambiente.

En una indagación que realizó el Ministerio de Electricidad y Energías Renovable (MEER), actual Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR), en un estudio bioenergético, determinó 115.878,18 de toneladas de maíz duro se producen 52.145,18 toneladas de residuos, este resultado conlleva a calcular un potencial energético de 650,23 TJ<sup>3</sup> de energía bruta en base a un año (MEER, 2014), dentro de los residuos, se ha reportado que el tallo de maíz contiene aproximadamente de 30 a 50 % de arabinosilano y de 15 a 20 % de celulosa, que se pueden obtener azúcares que pueden ser aprovechados para la producción de bioetanol (Medina-Morales *et al.*,2018), los residuos también tiene potencial de uso pirolítico, para generar otros combustibles, tanto líquido como sólidos (Ibarra-Ballesteros y Rueda-Ordoñez, 2017).

En la alimentación humana y animal, los compuestos estructurales y propiedades fisicoquímicas del grano de maíz, citándose como el almidón y gluten, aceite y el material fibroso son

---

<sup>3</sup> TJ=Terajoule.



definitivos en la selección de productos y subproductos en la agroindustria. (Tobat y Colonia, 2013).

En conclusión, los granos de este cultivo a más de producir maíz para balanceado, podría ser también destinado para producir bioenergía, alimentación humana y animal, biomateriales, etc. y asimismo el aprovechamiento de los residuos, para la generación de alternativas y valor agregado que puedan aportar en el desarrollo del sector productivo a nivel nacional y local.

## Objetivos:

### Objetivo general

Determinar el aprovechamiento integral de la biomasa del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) para la generación de nuevas alternativas de valor agregado en el Litoral ecuatoriano.

### Objetivos específicos

- Realizar la caracterización física, química y energética de la biomasa de maíz en el período de pos cosecha.

### Metodología:

Este proyecto fue aceptado a través del ACTA DE APROBACIÓN N° 021 del Comité Técnico de la Estación Experimental Portoviejo.

En el primer trimestre, se hicieron análisis exploratorios de análisis de cenizas y densidad en todas las partes representativas de la biomasa residual de maíz blanco, variedad Nutrichoclo INIAP-543, con base seca.

En la densidad se llevó a una probeta volumétrica, y posteriormente a pesar en una balanza analítica.

### Cenizas (ASTM D1102)

Es la cantidad no combustible presente en el material, se ejecuta durante 3 horas, a 575°C, se expresa en la siguiente fórmula:

$$\%Cenizas = \frac{(Peso\ de\ muestra\ inc.\ +\ crisol) - Peso\ de\ Crisol}{Peso\ de\ muestra} \times 100$$

### Resultados:



**Tabla 12. Análisis de biomasa residual de maíz en base seca.**

Tipo de residuo	Cenizas (%)	Densidad (g/mL)
<b>Hojas</b>	8,03±0,44	0,195
<b>Tallo</b>	9,64±0,62	0,144
<b>Mazorca (tuza)</b>	2,38±0,026	0,214
<b>Espiga</b>	10,19±0,27	0,187
<b>Raíz</b>	54,54±0,57	0,467
<b>Hojas de tallo</b>	20,16±0,24	0,307

En la tabla 12, la raíz contiene un valor elevado de cenizas, mientras las tuzas reflejan el valor mínimo, asimismo en la densidad representa en la raíz, y en la densidad el tallo contiene menor densidad.

#### Conclusiones:

- La biomasa residual de maíz genera mayor contenido de cenizas en las raíces y asimismo en la densidad, las tuzas y el tallo generan menor cantidad de cenizas y densidad respectivamente.

#### Recomendaciones:

Seguir generando datos para tomar decisiones de valor agregado.

#### Referencias:

Alarcón Cobeña, F., Limongi Andrade, R., Zambrano, E., & Navarrete Cedeño, J. B. (2019).

Desarrollo de una variedad de maíz tropical de grano blanco con calidad de proteína para consumo en fresco. Desarrollo de una variedad de maíz blanco con calidad de proteína.

ASTM D1102-84(2013), Standard Test Method for Ash in Wood, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013, [www.astm.org](http://www.astm.org)

Baca Guerrero, L. A. (2016). La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relación con la soberanía alimentaria (Bachelor's thesis, PUCE).

Ibarra-Ballesteros, J. C. y Rueda-Ordoñez, Y. J. Biomasa para el aprovechamiento energético. Una revisión de la caracterización y los modelos por descomposición termoquímica.

Obtenido

en:

[https://www.researchgate.net/publication/324223970\\_Biomasa\\_para\\_el\\_aprovechamiento](https://www.researchgate.net/publication/324223970_Biomasa_para_el_aprovechamiento)



to\_energetico\_Una\_revision\_de\_la\_caracterizacion\_y\_los\_modelos\_por\_descomposicion\_termoquimica/related

Medina-Morales, J. U., Sánchez-Herrera, M. L., Hidalgo-Millán, A., JimenezRu-íz, E. I., Ruíz-Sánchez, T. D. J., Espinoza-Rodríguez, M. Á., y Delgado-Delgado, R. 2018. Un estudio sobre el potencial del uso de residuos lignocelulósicos. REVISTA MICA, 1(1).

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2019). Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA). Recuperado el 18 de Febrero del 2020 en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2020). Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA). Recuperado el 26 de Mayo del 2020 en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2013). Boletín situacional del maíz duro seco.

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, MEER. 2014. Atlas Bioenergético del Ecuador. Instituto Nacional de Preinversión. Esin, Consultora S.A. 150 p.

Faustos, M. (jueves de Noviembre de 2018). El Comercio. Recuperado el 14 de Febrero del 2020, El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/produccion-maiz-agricultores-ministerio-guayas.html>

Serrano, J., Mejía, W., Ortiz, J., Sánchez, A., & Zalamea, S. (2017). Determinación del Potencial de Generación Eléctrica a Partir de Biomasa en el Ecuador. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad del Azuay*, 21.

Tovar, C. D. G., & Colonia, B. S. O. (2013). Producción y procesamiento del maíz en Colombia. *Revista Guillermo de Ockham*, 11(1), 97-110.

**Anexos:****Hoja de cálculo de algunos análisis de residuos de maíz.**

<b>HOJAS DE MAIZ</b>			
<b>PESO:</b>	MUESTRA 1	MUESTRAS 2	MUESTRA 3
crisol	18,25	18,5352	19,1152
muestra	1,0063	1,0118	1,0536
cenizas	18,3257	18,6283	19,1929
% de ceniza	7,522607572	9,201423206	7,374715262
<b>% promedio de ceniza</b>	8,032915347	Densidad promedio	0.195gr/ml
<b>TALLO DE MAÍZ</b>			
<b>PESO:</b>	MUESTRA 1	MUESTRAS 2	MUESTRA 3
crisol	19,9924	19,7416	18,8074
muestra	1,0678	1,0061	1,0611
cenizas	20,0969	19,8411	18,9055
% de ceniza	9,786476868	9,889672995	9,245122986
<b>% promedio de ceniza</b>	9,640424283	Densidad promedio	0.144gr/ml
<b>MAZORCA DE MAÍZ</b>			
<b>PESO:</b>	MUESTRA 1	MUESTRAS 2	MUESTRA 3
crisol	18,5964	19,6291	19,1419
muestra	1,0726	1,0952	1,051
cenizas	18,6216	19,6553	19,1671
%CENIZAS	2,349431288	2,392257122	2,397716461
<b>% promedio de ceniza</b>	2,379801624	Densidad promedio	0.214gr/ml
<b>ESPIGA DE MAÍZ</b>			
<b>PESO:</b>	MUESTRA 1	MUESTRAS 2	MUESTRA 3



crisol	18,8808	18,2499	18,9236
muestra	1,0273	1,0477	1,0078
cenizas	18,9851	18,3596	19,0238
%CENIZAS	10,1528278	10,47055455	9,942448899
%PROMEDIO DE CENIZA	10,18861042	Densidad promedio	0.187gr/ml
<b>RAIZ DE MAIZ</b>			
<b>PESO:</b>	MUESTRA 1	MUESTRAS 2	MUESTRA 3
crisol	18,1372	18,3421	18,5377
muestra	1,0041	1,0344	1,0305
cenizas	18,6801	18,9046	19,1064
%CENIZAS	54,06831989	54,37935035	55,18680252
%PROMEDIO DE CENIZA	54,54482425	Densidad promedio	0.467gr/ml
<b>HOJAS DE TALLO</b>			
<b>PESO:</b>	MUESTRA 1	MUESTRAS 2	MUESTRA 3
crisol	17,0492	19,357	18,9402
muestra	1,0721	1,0654	1,0419
cenizas	17,2682	19,5697	19,1496
%CENIZAS	20,42719896	19,96433265	20,09789807
%PROMEDIO DE CENIZA	20,16314322	Densidad promedio	0.307gr/ml



## EXTRA-POA

### Actividad:

Biodigestión anaeróbica de residuos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y caracterización nutricional del substrato bio-digerido.

**Responsable:** Ing. Q. Wilmer Ponce Saltos.

### Colaboradores:

Dr. Freddy Zambrano Gavilanes (Docente UTM).

Mg. Benny Avellan Cedeño (NDT-EEP)

Msc. Manuel Saltos Giler (Docente UTM)

Ing. Iván Pallo (Maestrante de Ing. Agrícola).

### Antecedentes

El biogás, es un gas combustible que su composición varía según el tipo de materia prima y de la condición del digestor. En general está compuesto de 50 a 75% de metano (CH<sub>4</sub>), de 25 a 50 % de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en conjunto con otros componentes como vapor de agua H<sub>2</sub>O, sulfato de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) y amoniacó (NH<sub>3</sub>) (Surendra *et al.*, 2014).

Los inóculos generalmente utilizados en el proceso de la biodigestión anaeróbica son lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales o algunos materiales de origen animal, como el estiércol de ganado, entre otros. El tratamiento anaeróbico de desechos orgánicos sólidos con una alta concentración de sólidos se lleva a cabo en reactores anaeróbicos discontinuos, con un sustrato que contiene en promedio 20% (porcentaje en peso) de sólidos totales; en general, se puede aplicar para bioestabilizar varios tipos de residuos, principalmente de forma conjugada, en algunos casos aumentando la densidad bacteriana y en otros ajustando la relación C/N (Leite *et al.*, 2009).

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz), es muy producida a nivel mundial, con una producción alrededor de 203 millones de toneladas de raíces frescas con un rendimiento promedio de 10,9 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2006) la mitad de las hectáreas por áreas que se dedican a este cultivo, se encuentran



en África, un 30% en Asia y un 20% restante se encuentra en América Latina (Ceballos *et al.*, 2004).

La yuca es catalogada como el tubérculo más importante dentro de este grupo de plantas de gran interés económico, su principal valor económico está en su órgano de reserva o almacenamiento de energía, sus raíces tienen un valor nutritivo de gran importancia en la alimentación humana y animal, en algunas zonas rurales, su follaje es aprovechado para la alimentación de animales, mientras que en África se lo utiliza como verdura fresca para el consumo humano (Rivera-Hernández *et al.*, 2012).

Durante el procesamiento de la raíz de yuca, ya sea para almidón o industrialización en fresco se generan gran cantidad de residuos entre esos hojas, tallos, cortezas y efluentes líquidos, que si son liberados a la atmósfera por su alta concentración de ácido cianhídrico (HCN), resultante de la hidrólisis de los glucósidos cianogénicos presentes en la yuca y nutrientes pueden generar fuertes impactos ambientales (PERES *et al.*, 2018). Una alternativa para evitar esta contaminación es mediante la biodigestión anaeróbica, en el cual se aprovecha el biogás en la generación de energía y los afluentes para abono orgánico (biol) por su contenido de macro y micronutrientes, dando así un buen destino a estos residuos.

## Objetivo

Evaluar la producción de biogás a partir de fibras de la yuca (corteza y fibra central) con diferentes inóculos (Biodigestión de estiércol bovino, porcino y de torta de piñón) y caracterización química de los substratos biodigeridos.

## Metodología

Para el desarrollo de este experimento se utilizaron las instalaciones del laboratorio de Bromatología y Calidad, y el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.

Las fibras de yuca (corteza y cilindro central) fueron obtenidas de la asociación Autónoma Agropecuaria “Virgen de Monserrat”, en la Provincia de Los Ríos, cantón Valencia “Sector 6 de



agosto-Segunda Banquera”, siendo utilizada la Variedad de yuca. Las fibras fueron secadas naturalmente y molidas con un molino de martillos eléctrico estacionario tipo Thomas Willey de 4 hp con una criba de 2 mm.

### Inóculos

Para lograr alcanzar un buen funcionamiento estable y un proceso con alta producción de metano, es de vital importancia crear y mantener un ambiente que sea beneficioso para la actividad de un consorcio bacteriano que sea adecuado, como los inóculos que provienen del aislamiento de bacterias o de los lodos de efluentes de la Biodigestión anaeróbica. Se utilizaron tres tipos de inóculos, a partir de la biodigestión: estiércol bovino, porcino y de torta de piñón. Las cantidades del inóculo fueron equivalentes al 10% del volumen total de las mezclas afirmado en estudios realizados por Raheman y Mondal (2012).

### Biodigestión anaerobia

Según la metodología aplicada por Azevedo (2010) y Gavilanes *et al.* (2017) quienes utilizaron microbio digestores hechos con frascos de vidrio inyectable de tipo penicilina con un volumen de 50 ml, donde se colocaron los tratamientos, para luego quedar herméticamente cerrados con tapa de goma y sellados con un anillo metálico.

Para medir y almacenar el volumen de biogás, se utilizaron gasómetros con jeringas de 60 ml que fueron conectados a una manguera y aguja.

Los micro biodigestores fueron alimentados con diferentes mezclas conteniendo el 20% de solidos totales de las fibras de la yuca (yuca, corteza y fibra central) y un 10% de inocular del volumen total de las mezclas.

**Tabla 13. Mezcla de los tratamientos.**

Tratamientos	Corteza g	Cilindro g	Agu a g	Peso Total g	Vol. cm <sup>3</sup>	Inóculos	Vol. Inoc. cm <sup>3</sup>	Vol. total cm <sup>3</sup>
			23,5					
1	6,43	-	7	30,00	29,00	agua	2,90	32,90



				23,4					
2	-	6,52	8	30,00	29,00	agua	2,90	32,90	
				23,5					
3	3,22	3,26	2	30,00	29,00	agua	2,90	32,90	
				23,5		estiércol			
4	6,43	-	7	30,00	29,00	bovino	2,90	32,90	
				23,4		estiércol			
5	-	6,52	8	30,00	29,00	bovino	2,90	32,90	
				23,5		estiércol			
6	3,22	3,26	2	30,00	29,00	bovino	2,90	32,90	
				23,5		torta de			
7	6,43	-	7	30,00	29,00	piñón	2,90	32,90	
				23,4		torta de			
8	-	6,52	8	30,00	29,00	piñón	2,90	32,90	
				23,5		torta de			
9	3,22	3,26	2	30,00	29,00	piñón	2,90	32,90	
				23,5		estiércol			
10	6,43	-	7	30,00	29,00	porcino	2,90	32,90	
				23,4		estiércol			
11	-	6,52	8	30,00	29,00	porcino	2,90	32,90	
				23,5		estiércol			
12	3,22	3,26	2	30,00	29,00	porcino	2,90	32,90	

Luego de que se alimentaron los biodigestores, fueron sellados herméticamente con la tapa de goma y anillo metálico utilizando un alicate sellador.

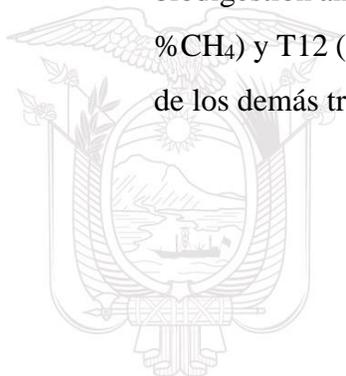
Cuando los biodigestores estuvieron listos, fueron conectados a gasómetros para luego pasar a una cámara incubadora sin luminosidad a 30° C de temperatura. El proceso de biodigestión se efectuó durante 32 días. La producción de biogás en los gasómetros fue evaluada diariamente a través del desplazamiento del embolo de la jeringa, hasta terminar la actividad metanogénica.

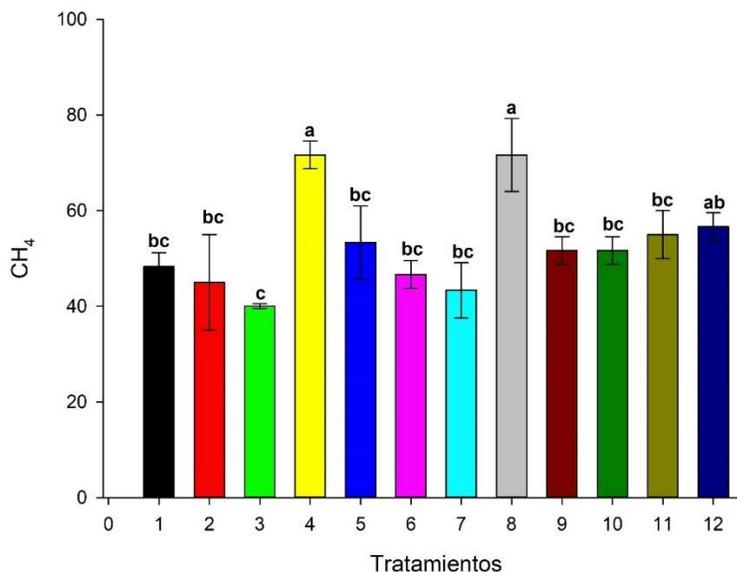


Para la determinación del gas metano obtenido, se procedió a realizar la adaptación del método Orsat en Kit desarrollado por KUNZ y OLIVEIRA (2009), que consiste en un lavado del biogás en solución alcalina (16% de hidróxido de potasio en agua destilada). El Kit está compuesto por una jeringa de vidrio que es conectada por medio de un soporte que tiene otra jeringa plástica que contenía solución alcalina. Esta solución de Na OH entra en reacción con el CO<sub>2</sub>, absorbiéndolo en solución como carbonato y bicarbonato. La diferencia que presenta entre los volúmenes iniciales y finales se ha utilizado para estimar la concentración de CO<sub>2</sub> y metano.

## Resultados

Las diferentes mediciones de gas metano obtenidas en todos los tratamientos durante la biodigestión anaeróbica se muestran en Gráfico 3. Los tratamientos T8 (71,67 %CH<sub>4</sub>), T4 (71,67 %CH<sub>4</sub>) y T12 (56,67 %CH<sub>4</sub>) tuvieron mayores concentraciones de gas metano, diferenciándose de los demás tratamientos.





- T1. Corteza de la yuca + agua
- T2. Cilindro central de la yuca + agua
- T3. Corteza + Cilindro central de la yuca + agua
- T4. Corteza de la yuca + Inóculo de la Biodigestión de estiércol bovino
- T5. Cilindro central de la yuca + Inóculo de la Biodigestión de estiércol bovino
- T6. Corteza + Cilindro central de la yuca + Inóculo de la Biodigestión de estiércol bovino
- T7. Corteza de la yuca + Inóculo de la biodigestión de torta de piñón
- T8. Cilindro central de la yuca + Inóculo de la biodigestión de torta de piñón
- T9. Corteza + Cilindro central de la yuca + Inóculo de la biodigestión de torta de piñón
- T10. Corteza de la yuca + Inóculo de la biodigestión de estiércol porcino
- T11. Cilindro central de la yuca + Inóculo de la biodigestión de estiércol porcino
- T12. Corteza + Cilindro central de la yuca + Inóculo de la biodigestión de estiércol porcino

**Gráfico 3. Porcentaje de gas metano medido la biodigestión anaeróbica de fibras de yuca.**

### Conclusiones

- Fue producido biogás a partir de fibras de yuca (corteza y fibra central) con diferentes inóculos (Biodigestión de estiércol bovino, porcino y de torta de piñón), durante 32 días totalizando 164,66 mL de biogás en el tratamiento que se utilizó el Cilindro central de la yuca + agua.
- La biodigestión del cilindro central de la yuca o de la corteza usando como inoculantes la biodigestión de torta de piñón o estiércol bovino producen 71,67 % de CH<sub>4</sub>.

### RECOMENDACIONES

Implementar esta práctica con el mejor resultado en campo, para dar base a la continuidad del trabajo en forma aplicada, a niveles escalados del biodigestor.



## BIBLIOGRAFÍA

Azevedo, F. G. (2010). Estudio de las condiciones ambientales para la producción de Biogás a partir de glicerol co-producto del Biodiesel. Disertación en (Maestría en Ingeniería Química) - Universidad Federal de Pernambuco – Campus de Recife – PE – Área de Concentración Ingeniería Química, Recife, PE.

Ceballos H, Iglesias C, Pérez J, Dixon A. 2004. Cassava breeding: opportunities and challenges. *Plant Molecular Biology*, 56(4):503–516.

FAO, Enfoques. El mercado de almidón añade valor a la yuca. Disponible en: URL: <http://www.fao.org/AG/esp/revista/0610sp1.htm> 2006.

Gavilanes, F. Z., Guedes, C. L. B., Silva, H. R., Nomura, R. G., & Andrade, D. S. (2017). Physic Nut Seed Cake Methanation and Chemical Characterization of Anaerobic Bio-digested Substrate. *Waste and Biomass Valorization*, 10(5), 1267-1276.

Kunz, A., Sulzbach, A. Kit biogás portátil. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 2007. 2p. [http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod\\_publicacao=1068](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod_publicacao=1068).

Leite, V. D; Povinelli, J. Comportamento dos sólidos totais no processo de digestão anaeróbia de resíduos sólidos urbanos e industriais. *Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande – PB, v. 3, n. 2, p. 229-232, 1999.

Liu, J; Olsson, G; Mattiasson, B. On-line monitoring of a two-stage anaerobic digestion process using a BOD analyzer. *Journal of Biotechnology* 109, 263–275. 2004.

Peres, S., Monteiro, M. R., Ferreira, M. L., do Nascimento Junior, A. F., & Fernandez, M. D. L. A. P. (2019). Anaerobic Digestion Process for the Production of Biogas from Cassava and Sewage Treatment Plant Sludge in Brazil. *BioEnergy Research*, 12(1), 150-157.

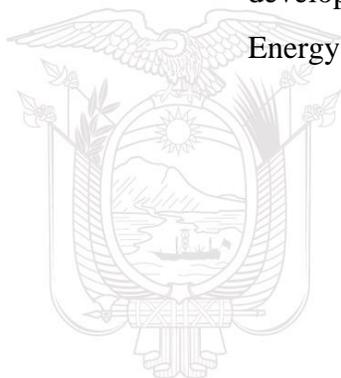
Raheman, H; Mondal, S. Biogás producción potencial de Jatropha seed cake. *India*. 6p. 2012.



Rivera-Hernández, B., Aceves-Navarro, L. A., Juárez-López, J., Palma-López, D. J., González-Mancillas, R., & González-Jiménez, V. (2012). Zonificación agroecológica y estimación del rendimiento potencial del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en el estado de Tabasco, México. *Avances en investigación agropecuaria*, 16(1), 29-47.

Sanderson, K. Evaluación de la eficiencia de la glicerina bruta, proveniente de la producción de biodiesel, en la obtención de biogás en codigestión con desechos porcinos. Disertación Programa de Postgrado en Energía en la Agricultura. Serpiente de cascabel. Brasil. 47p. 2013.

Surendra, K; Takara, D; Hashimoto, A; Khanal, S. Biogas as a sustainable energy source for developing countries: Opportunities and challenges. USA. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 31, 846–859. 2014.





**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**

**PROGRAMA DE AGROENERGÍA**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2020**



## INFORME ANUAL 2020

- 12. Programa:** Agroenergía.
- 13. Director de la Estación Experimental:** Mgs. Eddie Ely Zambrano Zambrano
- 14. Responsable del Programa en la Estación Experimental:** Ing. Favio Leonardo Ruilova Narváez
- 15. Equipo técnico multidisciplinario I+D:**  
Ing. Eddie Zambrano M. Sc.  
Ing. Wilmer Hernán Ponce Saltos.  
Dr. Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez  
Ing. Alma Alexandra Mendoza García  
Ing. Ramón Francisco Solórzano Faubla  
Ing. Ever Felipe Macías Quiroz
- 16. Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo.
- 17. Proyectos:**
- Evaluación de dos clones experimentales promisorios de piñón con tres métodos de siembra, en dos localidades de Manabí como cerca viva.
  - Respuesta adaptativa de híbridos comerciales foráneos de piñón (*Jatropha curcas* L), en la Provincia de Manabí.
  - Conservación y mantenimiento del Banco de Germoplasma de piñón *Jatropha curcas* L.
  - Refrescamiento y conservación del banco de germoplasma higuerrilla (*Ricinus communis* L.) del INIAP.
- 18. Socios estratégicos para investigación:** IICA, Universidades: UNESUM, UTM., ESPAM, y agricultores.
- 19. Publicaciones:**
- 20. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:**
- 21. Propuesta presentada**
- Título:** Refrescamiento y conservación del banco de germoplasma higuerrilla (*Ricinus communis* L.) del INIAP.
- Tipo de propuesta:** Protocolo de investigación
- Fondos o convocatoria:** Recursos de gasto corriente
- Fecha de presentación:** 10 de julio de 2020
- Responsable:** Ing. Favio Leonardo Ruilova Narváez
- Equipo multidisciplinario:** Ing. Eddie Zambrano M.Sc., Ing. Wilmer Ponce, Ing. Alma Mendoza, Dr. Ernesto Cañarte, Ing. Ramón Solórzano, Ing Geover Peña.
- Presupuesto:** 1333



**Duración de la actividad:** 2 años

**Estado:** Presentado al Comité Técnico Interno (aprobado)

## 22. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:

**ACTIVIDAD 1.** Evaluación de dos clones experimentales promisorios de piñón con tres métodos de siembra, en dos localidades de Manabí como cerca viva.

**Responsable:** Ing. Favio Ruilova

**Colaboradores:** Ing. Ramón Solórzano; Ing. Wilmer Ponce; Ing. Ever Macías.

### ANTECEDENTES

Con la finalidad de promover el desarrollo agrícola sostenible, mediante la generación, desarrollo y difusión de alternativas tecnológicas para la producción agroindustrial de biocombustibles, y en vista a los resultados obtenidos por el Programa de Agroenergía durante todos estos años y en base a la experiencia ganada en las investigaciones realizadas, así como la adquirida por parte de quienes explotan las tecnologías desarrolladas en *Jatropha curcas* L., se concluye que los trabajos deben estar dirigidos hacia la generación de conocimientos en el manejo y tecnificación de las cercas vivas. Con este antecedente se planteó la siguiente investigación, en la cual se desea conocer el comportamiento de dos clones experimentales promisorios de buena producción a varios métodos de siembra en donde se incluye a un testigo con el manejo del productor.

El programa de Agroenergía del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), desde el 2007 inició sus trabajos de investigación en el cultivo de *Jatropha curcas* L., con el Proyecto “Desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de piñón en el Litoral ecuatoriano”, se logró determinar materiales promisorios con rendimientos diferenciados y calidad de aceite, destacando entre ellas los clones CP-041 y CP-054, con rendimientos promedio de 1,5 y 1,4 toneladas por hectárea a los 12 meses después del trasplante, con una arquitectura de la planta de tamaño bajo, buena producción de ramas, tolerancia a condiciones de estrés bióticos y abióticos. Además, se han evaluado métodos de siembra de estos clones experimentales promisorios, manteniéndose las características anteriormente citadas (Mejía et al., 2015).

El piñón tiene un alto uso como cerca viva por los agricultores en Manabí, disminuyendo así el nivel de resistencia a la adopción de tecnologías ya que por tradición usa esta planta para la delimitación de áreas, potencialidad que debe ser explotada con materiales más productivos; el INIAP ha realizado estudios preliminares de tecnologías y materiales promisorios, encontrando resultados prometedores, lo cual motivan a la ejecución de esta actividad, donde se busca desarrollar; el mejor método de siembra, tecnologías en el manejo de cercas vivas, material genético idóneo para cada localidad y que sea económicamente rentable. Cumpliendo con la finalidad de ayudar en el aumento de la productividad, apoyando directamente a la agricultura familiar campesina con la entrada de mayores recursos económicos y a las cadenas de valor en la industria de los biocombustibles y afines.



Esta propuesta de investigación fue enviada mediante Memorando Nro. INIAP-EEP\_BIO-2019-0006-MEM de fecha 8 de febrero del 2019, siendo revisada por el Comité Técnico de esta Estación mediante acta Nro. 002 y aprobada mediante acta Nro. 006.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Mejorar la productividad del cultivo de piñón como cerca viva, mediante la siembra de dos clones experimentales promisorios, y tres sistemas de siembra en dos localidades de la provincia de Manabí.

### Objetivos Específicos

- Identificar el clon experimental promisorio con mejores características agronómicas y de productividad
- Evaluar el efecto de tres métodos de siembra sobre las características agronómicas y productivas de dos clones experimentales promisorios de *Jatropha curcas* L.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio

## METODOLOGÍA

### Ubicación

La evaluación del experimento durante los cuatro años de estudio, será realizada desde julio del 2019 a julio 2023, el que estará implementado en las siguientes localidades de la provincia de Manabí:

Cantón	Precipitación (mm)	Heliofanía (Hrs/año)	Temperatura (°C)
Portoviejo	800*	1300*	26*
Bolívar	1200**	1000**	25**

\*Anuarios Meteorológicos del INAMHI (2011-2016). Estación Meteorológica La Teodomira (UTM), Lodana Santa Ana-Manabí

\*\*Estación meteorológica ESPAM-MFL (2010-2015). Campus Politécnico, sitio El Limón Bolívar-Manabí.

### Unidad experimental

Distanciamiento entre plantas: 1 m  
 Número de plantas por parcela: 5  
 Número de tratamientos: 6  
 Número de repeticiones: 5  
 Área lineal por tratamiento: 6 m  
 Área lineal total del ensayo: 180 m

### Factores en estudio

#### Factor A: Clones

A1: CP-041



**A2:** CP-054**Factor B: Tipo de reproducción****B1:** Sexual**B2:** Asexual**TESTIGOS****Testigo 1:** CP-041, con manejo del agricultor**Testigo 2:** CP-054, con manejo del agricultor**Tratamientos****T1=** A1B1**T2=** A1B2**T3=** A2B1**T4=** A2B2**T5=** Testigo 1**T6=** Testigo 2**Diseño experimental y análisis estadístico**

Por la característica del experimento se implementó un diseño factorial de Bloques Completos al Azar con dos testigos, en 5 repeticiones.

**Esquema del análisis de varianza**

<b>Factor de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	29
Bloques	4
Factor A (clones)	1
Factor B (tipo de reproducción)	1
AXB	1
AXB vs Testigos	1
Testigo 1 vs Testigo 2	1
error	20

**Manejo específico del experimento y método de evaluación**

**Siembra.-** Para el primer y tercer tratamiento, se sembraron plantas obtenidas por semillas de dos meses de edad. En el segundo y cuarto tratamiento, se sembraron plantas obtenidas por esquejes enraizados de 20 cm de longitud, de dos meses de edad. Los tratamientos cinco y seis (testigos), se sembraron de manera directa, ubicando una estaca de aproximadamente 1,5 m de longitud a una profundidad de 15 cm, como lo realizan generalmente los agricultores. El distanciamiento de siembra fue de un metro entre plantas; para la siembra del ensayo se consideró ubicar una cerca de alambre de púas con postes de madera a 6 metros de distancia entre ellos, hasta la actualidad se ha implementado el ensayo en la localidad de Portoviejo ubicado en las áreas de investigación del Programa de Agroenergía del INIAP en la Estación Experimental Portoviejo, el cual fue sembrado en campo el 9 de julio del presente año.



**Riego.-** Esta labor se mantuvo bajo las condiciones de humedad de cada localidad.

**Control de malezas.-** El experimento se encuentra sin competencia de malezas, realizándose dos controles químicos (paraquat) y tres controles manuales.

**Poda.-** Esta labor se realizó al inicio de la época lluviosa, cortando todas las plantas que superaron la altura del alambrado.

### Métodos de evaluación

**Altura de planta (cm).-** El registro de esta variable se la realizó tomando como referencia el suelo hasta el punto más alto de cada planta, estos datos servirán para determinar cómo es el ritmo de crecimiento de los clones evaluados según el método de siembra estudiado.

**Diámetro del tallo (cm).-** La evaluación de este parámetro se lo realizó con un calibrador Pie de Rey, el cual fue tomado a una altura de 5 cm sobre el suelo.

**Número de ramas (#).-** Se contaron las ramas emitidas por cada tratamiento en estudio, con una frecuencia mensual, de todas las plantas de cada unidad experimental.

**Presencia de flores (%).** – La determinación de esta variable se la realizó observando y contabilizando las plantas que mostraban inflorescencias dentro de cada unidad experimental durante las evaluaciones realizadas, con estos datos se determinó el porcentaje de plantas con flores de cada tratamiento en estudio.

Actualmente las demás variables ubicadas en el Protocolo de Investigación aún no se logran registrar debido a que existe una baja producción en los tratamientos en estudio, ni las condiciones agronómicas para hacerlo, es por esta razón que se decidió aprovechar el ensayo implementado y registrar las variables anteriormente mencionadas.

## RESULTADOS

Realizado el análisis de los datos se observa una gran variabilidad, las variables que no se evalúan mensualmente son las que presentan mayor variación, como es el caso de la variable peso de campo con la mayor variación que es del 89,42% de CV, seguido por rendimiento con el 88,99% de CV y número de frutos con el 87, 62% de CV, por ser la primera evaluación de cosecha se observan valores bajos, observando que el tratamiento 5 cuenta con la mayor producción que fue 48,4 kg/km, a diferencia del tratamiento 2 que tiene la más baja producción con 10 kg/km, como se observa en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Medias de las variables con mayor variación. EEP.2020.

TRAT	Rendimiento kg/km	Peso de campo g	Numero de frutos
------	----------------------	--------------------	------------------



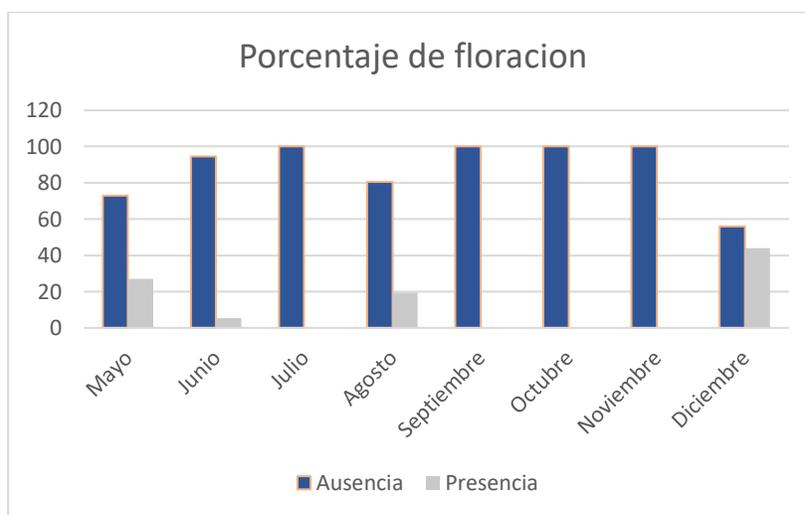
T5 (TESTIGO 1)	48,4 a	241,4 a	130,8 a
T6 (TESTIGO 2)	39,8 ab	198,6 ab	109,2 ab
T3 (A2B1)	35,8 ab	178,8 ab	92,8 ab
T1 (A1B1)	10 ab	48,4 ab	29,2 ab
T2 (A1B2)	3,4 b	17 b	9,4 b
T4 (A2B2)	2,4 b	12,2 b	6,2b

Las variables que se evaluaron mensualmente tuvieron una menor variación como se evidencia en la variable porcentaje de floración que tiene la menor variación con el 12,27% de CV; mientras que la variable número de ramas tiene la mayor variación con el 41,7% de CV; siguiendo con diámetro de tallo con el 20,19% de CV y altura de planta con 20,30% de CV.

Al realizar la evaluación mensual se observó el comportamiento de los materiales en lo cual se pudo observar que en la variable los meses lluviosos hay mayor presencia de inflorescencia como se observa en la fig. 1, siendo los tratamientos 1, 3 y 5 con el mayor porcentaje de plantas que emitieron inflorescencias llegando al 50% de las plantas en estudio, en comparación con el tratamiento 2 que solo el 28 % de las plantas emitieron inflorescencias como se observa en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Valores promedio de la variable porcentaje de floración. EEP. 2020.

TRAT	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Octu.	Nov.	Dic.
T1 (A1B1)	35 b	6,5 a	0 a	13 a	0 a	0 a	0 a	50 c
T2 (A1B2)	10 a	0 a	0 a	8 a	0 a	0 a	0 a	28 a
T3 (A2B1)	36 b	20 b	0 a	20 a	0 a	0 a	0 a	50 c
T4 (A2B2)	14 a	0 a	0 a	10 a	0 a	0 a	0 a	38 ab
T5 (TESTIGO 1)	25 ab	0 a	0 a	43,5 b	0 a	0 a	0 a	50 c
T6 (TESTIGO 2)	42 b	6 a	0 a	22 a	0 a	0 a	0 a	48 bc



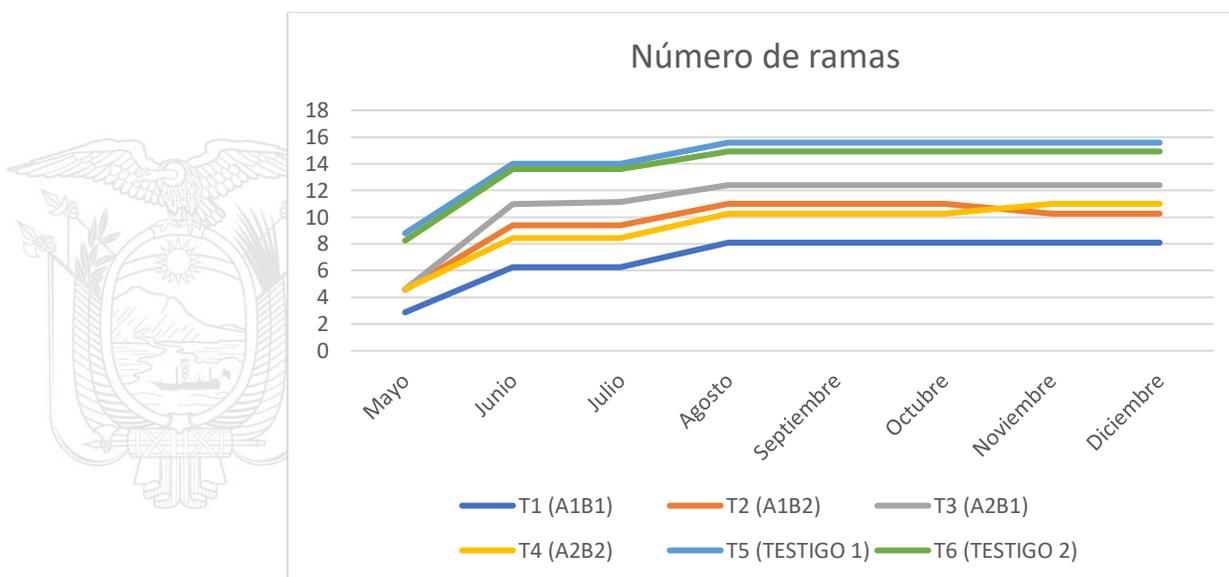
**Fig. 1.** Presencia y ausencia de inflorescencia en los diferentes meses del año.

Al evaluar la variable número de ramas se observó que la emisión de nuevas ramas se mantuvo constante hasta el mes de agosto como se observa en la Fig. 2., evidenciando que el tratamiento

5 con 15,58 ramas fue el de mayor emisión, en comparación con el tratamiento 1 con 8,9 ramas siendo el de menor emisión, como se observa en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Valores promedio de la variable número de ramas.

Tratamiento	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Octu.	Nov.	Dic.
T1 (A1B1)	2,87 b	6,26 c	6,26 c	8,09 d				
T2 (A1B2)	4,56 b	9,4 bc	9,4 bc	11 bcd	11 bcd	11 bcd	11 bcd	10,28 cd
T3 (A2B1)	4,6 b	10,96 ab	11,12 ab	12,4 abc				
T4 (A2B2)	4,6 b	8,44 bc	8,44 bc	10,28 cd	10,28 cd	10,28 cd	10,28 cd	11 bcd
T5 (TESTIGO 1)	8,79 a	14 a	14 a	15,58 a	15,58 a	15,58 a	15,58 a	15,58 a
T6 (TESTIGO 2)	8,24 a	13,6 a	13,6 a	14,92 ab				



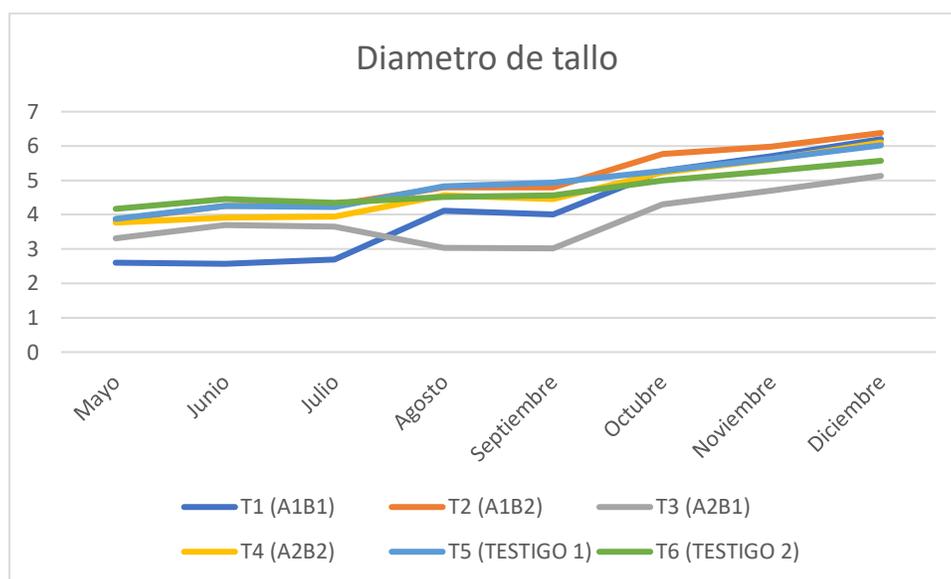
**Fig. 2.** Desarrollo de ramas en los diferentes meses en estudio.

Al realizar el análisis de la variable diámetro de tallo en comparación de las otras variables, no se detuvo su desarrollo como se observa en la Fig. 3., siendo el tratamiento 2 con 6,38 cm el que tiene el mayor diámetro, a diferencia del tratamiento 3 que tiene el menor diámetro del estudio, como se observa en la tabla 4 y 5.

**Tabla 4.** Valores promedio mensual de la variable diámetro de tallo (cm).

Tratamiento	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Octu.	Nov.	Dic.
T1 (A1B1)	2,6 c	2,57 c	2,7 c	4,12 b	4,01 b	5,27 a	5,7 a	6,2 ab
T2 (A1B2)	3,85 ab	4,26 ab	4,28 ab	4,79 ab	4,79 a	5,77 a	5,98 a	6,38 a
T3 (A2B1)	3,32 b	3,7 b	3,66 b	3,03 c	3,02 c	4,3 b	4,71 b	5,13 b
T4 (A2B2)	3,77 ab	3,92 ab	3,95 ab	4,56 ab	4,46 ab	5,22 a	5,62 ab	6,1 ab
T5 (TESTIGO 1)	3,88 ab	4,25 ab	4,23 ab	4,82 a	4,94 a	5,28 a	5,63 ab	6,02 ab
T6 (TESTIGO 2)	4,17 a	4,45 a	4,34 a	4,51 ab	4,57 ab	4,99 ab	5,27 ab	5,57 ab





**Fig. 3.** Desarrollo del diámetro de tallo en los meses de estudio.

**Tabla 5.** Análisis de t apareada para diámetro de tallo.

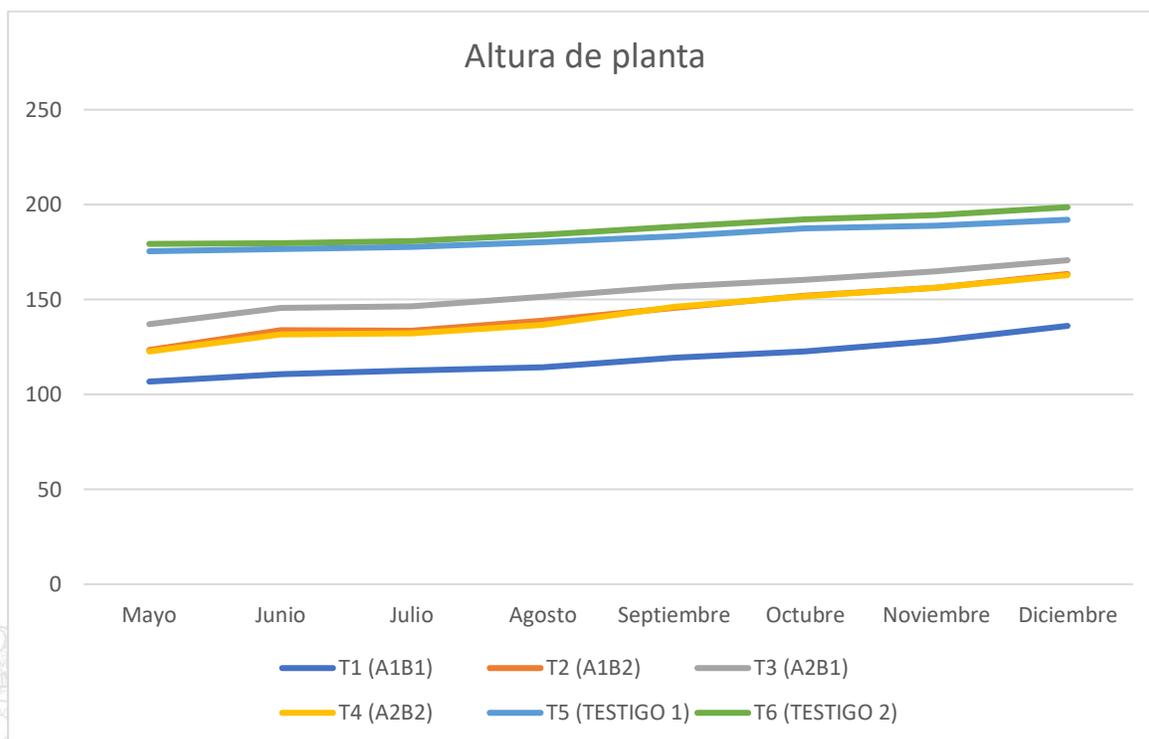
Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	T	Bilateral
Mayo	Junio	147	-0,26	3,61	3,87	0,39	-8,2	<0,0001
Junio	Julio	147	-1,40E-03	3,87	3,87	0,31	-0,05	0,957
Julio	Agosto	147	-0,45	3,87	4,32	0,5	-11	<0,0001
Agosto	Septiembre	147	0,01	4,32	4,31	0,42	0,24	0,8134
Septiembre	Octubre	147	-0,84	4,31	5,15	0,85	-11,86	<0,0001
Octubre	Noviembre	147	-0,35	5,15	5,5	0,4	-10,45	<0,0001
Noviembre	Diciembre	147	-0,42	5,5	5,91	0,39	-12,97	<0,0001

Al evaluar la variable altura de planta, al igual que la variable diámetro, el desarrollo de los materiales no se detuvo como se observa en la Fig. 4, observando que los testigos tuvieron mayor desarrollo, tratamiento 5 con 192 cm y tratamiento 6 con 198,6, en comparación con el tratamiento 1 con 136,09 cm es el de menor desarrollo, como se observa en la Tabla 6 y 7.

**Tabla 6.** Valores promedio mensual de la variable altura de planta (cm).

Tratamiento	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Octu.	Nov.	Dic.
T1 (A1B1)	106,74 C	110,74 C	112,48 C	114,26 C	119,43 D	122,7 D	128,26 C	136,09 C
T2 (A1B2)	123,4 BC	133,72 B	133,64 BC	138,72 B	146,08 CD	152,04 C	156,2 BC	163,44 BC
T3 (A2B1)	137 B	145,48 B	146,44 B	151,52 B	156,68 BC	160,44 BC	164,84 AB	170,68 AB
T4 (A2B2)	122,6 BC	131,68 BC	132,28 BC	136,64 BC	145,44 CD	151,72 C	156,16 BC	162,8 BC
T5 (TESTIGO 1)	175,42 A	176,63 A	177,71 A	180,17 A	183,25 AB	187,5 AB	188,92 A	192 AB
T6 (TESTIGO 2)	179,28 A	179,76 A	180,64 A	184,16 A	188,2 A	192,28 A	194,44 A	198,6 A





**Fig. 4.** Crecimiento de los materiales durante los meses en estudio.

**Tabla 7.** Análisis de t apareada para altura de planta.

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	T	Bilateral
Mayo	Junio	147	-5,65	140,97	146,61	7,63	-8,97	<0,0001
Junio	Julio	147	-0,85	146,61	147,46	4,82	-2,14	0,034
Julio	Agosto	147	-3,75	147,46	151,21	5,37	-8,46	<0,0001
Agosto	Septiembre	147	-5,63	151,21	156,84	7,83	-8,71	<0,0001
Septiembre	Octubre	147	-4,62	156,84	161,46	7,73	-7,25	<0,0001
Octubre	Noviembre	147	-3,68	161,46	165,14	4,25	-10,49	<0,0001
Noviembre	Diciembre	147	-5,79	165,14	170,93	4,92	-14,27	<0,0001

**CONCLUSIONES**

- Los meses que más inciden en el desarrollo de los materiales están de diciembre a agosto que es la época con mayor humedad en el campo.
- Hasta la fecha el testigo 1 (clon CP-041 con manejo similar al agricultor) tiene mayor desarrollo y producción que el resto de materiales.
- En los meses de agosto a noviembre la emisión de ramas e inflorescencia se detienen por la falta de humedad.

**RECOMENDACIONES**

- Detener la toma de datos en los meses de agosto a noviembre ya que por la falta de humedad la planta reduce su desarrollo.



**REFERENCIAS**

Achten, W.M.J., Maes, W.H., Aerts, R., Verchot, L., Trabucco, A., Mathijs, E., Singh, V.P., & Muys, B. (2009) *Jatropha*: From global hype to local opportunity. *Journal of Arid Environments*.

Arruda, FP de; Macêdo Beltrão, NE de; Andrade, AP de; Pereira, W; Severino, LS. 2004. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras* 8(1):789-799.

Durães, F. O. M., Laviola, B. G., Alves, A. A. (2011). “Potential and challenges in making physic nut (*Jatropha curcas* L.) a viable biofuel crop: the Brazilian perspective”, *CAB Rev.* 6(043), 1-8.

Fairless, D. (2007) “Biofuel: the little shrub that could-maybe”, *Nature* 499, 652-655.

Heller, J. (1996). *Physic nut. Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Roma: International plant genetic resources institute

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2008) “Proyecto Producción local de aceite de piñón procedente de cercas vivas para ser utilizado en un plan piloto de generación eléctrica en la isla Floreana”, Quito, Ecuador, p. 53.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (2011) “INIAP con tecnologías de piñón”, *INIAP Revista Informativa* 4, 4-5.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología “INAMHI”. 2016. *Anuarios Meteorológicos del INAMHI (2011-2016)*. Ecuador.

King, A. J., He, W., Cuevas, J. A., Freudenberg, M., Ramiarmanana, D., Graham, I.A. (2009) “Potential of *Jatropha curcas* as a source of renewable oil and animal feed”, *J. Exp. Bot.* 60(10), 2897-2905.

Kumar, D., Sharma S. 2008 “An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses *Jatropha curcas* L.: a review”, *Ind. Crops Prod.* 28(1), 1-10.

Mendoza, H., Mendoza, J., López, J., Mejía, N., Zambrano, F., Mendoza, M., y Ponce, W. (2017). Variabilidad genética de la colección de piñón (*Jatropha curcas* L.) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador, usando marcadores tipo microsatélites. *Revista La Técnica* (17): 18-29

Mendoza, H; Zambrano, N; Mendoza, J; 2008. El piñón (*Jatropha curcas* L) una alternativa de cultivo para zonas marginales secas. INIAP E.E. Portoviejo, Ecuador. Plegable # 341.



Mejía, N., Mendoza, H., López, J., Cedeño, L., y Ponce, W. (2015). Rendimiento inicial de líneas de piñón (*Jatropha curcas* L.) bajo dos métodos de siembra. *La Técnica*, 15, 46-56.

Montgomery, D. 1984. *Design and Analysis of Experiments*. Edit. John Wiley and Sons. New York, 538p.

Saturnino, H. M., Pacheco, D. D., Kakida, J., Tominaga, N., y Goncalves, N. P. (2005). Cultivo de piñón manso (*Jatropha curcas* L.). Producción de oleaginosas para biodiesel. *Belo Horizonte, BR Informe agropecuario*, 26(229): 44-74

Sonnenholzner, D. R. (2008). A Review on the Potentials of the *Jatropha curcas* L. for Power Generation and Sustainable Development of Rural Areas. Case Study: Ecuador and the Isabela Island Galapagos. Thesis Diploma. Technische Universitat Munchen. Alemania

Sujatha, M., Reddy, T. P., & Mahasi, M. (2008). Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (*Ricinus communis* L) and *Jatropha curcas* L. *Biotechnology Advances*, 424-435.

Suarez, R. M. (2009). Comportamiento de tres procedencias de *Jatropha curcas* en el banco de germoplasma de EEPF "Indio Hatueie". *Revista Pastos y forraje*, 29-37.

Steel, R and Torrie J. 1988. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. Segunda Edición. México 622p.

## ANEXOS



**Fig. 1.** Evaluación de la variable agronómica altura de planta (cm)

**ACTIVIDAD 2.** Respuesta adaptativa de híbridos comerciales foráneos de piñón (*Jatropha curcas* L), en la Provincia de Manabí

**Responsable:** Ing. Favio Ruilova

**Colaboradores:** Ing. Ramón Solórzano; Ing. Wilmer Ponce; Ing. Ever Macías.

## ANTECEDENTES

El piñón *Jatropha curcas* L.1753 (Euphorbiaceae), es una especie vegetal nativa de América ecuatorial (Fairless, 2007; Kumar y Sharma, 2008), que se encuentra ampliamente distribuido en zonas tropicales y subtropicales del mundo.

En el Ecuador se encuentra sembrado como cerca viva, existiendo actualmente alrededor de siete mil kilómetros con este cultivo, plantados desde el nivel del mar hasta los 1.500 metros (Mendoza, et al., 2008).

*Jatropha curcas* es una especie que tolera las condiciones de sequía y produce semillas con una cantidad de aceite considerable, por lo que se ha convertido en una especie de importancia para la industria de los biocombustibles (Sujatha, et al., 2008; Achten et al., 2009; Durães, et al., 2011). Convirtiendo a las regiones áridas y Semi-áridas como potencialmente favorables para la producción de este cultivo, sin interferir en la producción extensiva de alimentos.

Sin embargo, su principal factor limitante en estas zonas para lograr una producción rentable es la disponibilidad de agua (Sinclair y Purcell, 2005; Rodrigues et al., 2010; Souza et al., 2010), pudiéndose demostrar que con el uso de riego suplementario esta planta puede llegar a expresar un mayor potencial de rendimiento (Heller, 1996; Suarez, 2009; King, et al, 2009).

Mendoza (2008), indica que el piñón es una alternativa para desarrollarlo en asocio con cultivos de ciclo corto mediante la agricultura familiar. Así mismo el IICA (2015), manifiesta que la recolección de piñón está en manos de pequeños agricultores/recolectores del litoral ecuatoriano de Manabí, donde existe una base instalada de alrededor de 7.000 Kms de cercas vivas.

López (2008), resalta que el piñón tiene enorme potencial como alternativa de producción de biocombustibles. Es así que el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) viene impulsando la producción de aceite puro de piñón proveniente de las cercas vivas, utilizándolo como sustituto del diésel para la generación de energía eléctrica en la Isla Floreana, no obstante se tiene prevista abastecer de aceite de piñón a la isla Isabela; por este motivo existe la necesidad de incrementar los volúmenes de producción con la introducción de híbridos de piñón, sin comprometer otros usos de la tierra que se destinan para la producción de cultivos alimenticios.

Según Rodríguez et al., 2013, los híbridos garantizan rendimientos de aceite y semilla y son conocidos como materiales genéticos F1, los cuales son producto de la cruce de líneas homocigotas, genéticamente distantes que superan en vigor logrando uniformidad fenotípica y genotípica, logrando permitir la reducción de costos en el manejo y producción, en este sentido sería una posible alternativa para incrementar los rendimientos.

## OBJETIVOS

### Objetivo General.



Conocer la adaptabilidad de híbridos comerciales de piñón en diferentes ambientes en la Provincia de Manabí como cultivo.

### Objetivos Específicos.

- Evaluar el comportamiento agronómico e industrial de los híbridos comerciales de piñón.
- Determinar el desempeño productivo de híbridos comerciales de piñón en diferentes condiciones ambientales manejados como cultivo.

### Metodología

Esta investigación se la realiza en las áreas de investigación de las Universidades de los Cantones: Portoviejo (UTM), Bolívar (ESPAM), Jipijapa (UNESUM) y en la Estación Experimental Portoviejo (EEP) del INIAP; se evaluará la adaptabilidad de cuatro híbridos de piñón, y se adicionará dos materiales promisorios del banco de germoplasma de la EEP.

### Características del sitio experimental

#### Ubicación

El establecimiento y evaluación del experimento durante los tres años de estudio se lleva a cabo en las siguientes localidades de la provincia de Manabí:

Ubicación del Ensayo	Cantón	Localidad	Coordenadas Geográficas	
INIAP	Santa Ana	La Teodomira	565068	9875574
UTM			568231	9870475
ESPAM	Bolívar	El Limón	591115	9909341
UNESUM	Jipijapa	Andil	548135	9850736

### Características climáticas de referencia

Localidad	Zona climática	*Temperatura °C	*Precipitación anual mm	*Humedad relativa %	Topografía
La Teodomira	Seco-cálido	26.5	700	78	Plana
		25.0	900	78	Plana
El Limón	Seco-tropical	24.0	900	77	Plana
		24.0	1000	80	Plana

\*Fuente: INAMHI (2011-2016)

### Factor en estudio

Cuatro híbridos comerciales introducidos de piñón y dos clones locales del banco de germoplasma del INIAP.

### Características del material experimental



Descriptor	Híbrido JAT 001100	Híbrido JAT 001103	Híbrido JAT 001164	Híbrido JAT 001165	Clon CP041	Clon CP054
Peso (gr) de 100 frutos secos	700	750	700	750	315	300
Rendimiento toneladas por hectárea-año	4,5-6,0	3,6-4,9	2,0- 2,5	2,7-3,5	1,5*	1,4*
Contenido de aceite %	37	37	38	38	53	38

\*(Mejía et al., 2015)

### Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar para cada localidad, y posteriormente se realizará un análisis combinado que incluyan todas las localidades.

### Tratamientos

- T1. Híbrido JAT 001100
- T2. Híbrido JAT 001103
- T3. Híbrido JAT 001164
- T4. Híbrido JAT 001165
- T5. Promisorio CP-041
- T6. Promisorio CP-052

### Unidad experimental

Número de tratamientos:	6
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimentales:	24
Número de hileras/ parcela:	4
Número de plantas por hileras	6
Número de plantas por tratamientos:	24
Distanciamiento entre plantas:	2m
Distanciamiento entre hileras:	4 m
Separación entre repetición:	4m
Área total del experimento:	5376 m <sup>2</sup> (96m x 56m)

### Análisis estadístico

Los datos de los ensayos serán analizados estadísticamente por separado de acuerdo a la naturaleza de cada estudio, posteriormente se hará un análisis combinado entre todas las



localidades, con la finalidad de comparar estadísticamente la influencia de los diferentes factores en estudio sobre el comportamiento agronómico y productivo de los materiales experimentales. De cumplirse los supuestos o requisitos para el ANOVA (homogeneidad, normalidad, independencia y aditividad), se analizarán los datos mediante estadística paramétrica (Montgomery, 1984). Para la separación de medias, se aplicará la prueba de significación de Tukey (0,05). Si fuese necesario, se realizarán transformación de la raíz cuadrada o transformación angular o de arcoseno, según sean datos numéricos enteros procedentes de conteos, o datos transformados en porcentaje, respectivamente. En caso de comprobarse la falta de normalidad de los datos, se utilizará estadística no paramétrica, recomendándose aplicar la prueba de Kruskal-Wallis con  $k$  muestras (Steel y Torrie, 1988). Además, se realizarán correlaciones entre los diferentes factores de estudio con la finalidad de encontrar respuestas estadísticas que direccionen posibles nuevas líneas de investigación en el cultivo de *Jatropha curcas* L.

## Manejo específico de los experimentos y métodos de evaluación

### Fase de vivero

Una vez aprobada la fase cuarentenaria por el organismo de control fitosanitario, se tomó una muestra representativa de 10 semillas de los híbridos de piñón del lote de importación, y los promisorios del INIAP, con la finalidad de conocer el porcentaje de germinación de los materiales, posteriormente a esta prueba se procedió a sembrar las semillas en fundas plásticas de vivero, y que contenían una mezcla de tres partes de tierra agrícola de textura franca, y una parte de turba. Estas fueron ubicadas en el área de vivero del Departamento de Producción y Servicios de la Estación Experimental Portoviejo, cuya estructura tendrá una cobertura con sarán al 50% de luz. Se cuidará del estado fitosanitario de las plántulas y se hará uso de las medidas de control necesarias, el riego se realizará de acuerdo si las condiciones lo ameriten, manteniendo el suelo siempre en capacidad de campo.

### Fase de trasplante en campo

Una vez que las plántulas contaban de 3 a 4 hojas verdaderas y hayan alcanzado una altura cercana a los 20 cm, la cobertura con sarán al 50% de luz fue retirado y se mantuvo a pleno sol por 22 días para que se endurezcan. Posterior a este tiempo, las plantas fueron llevadas a campo definitivo, previéndose haber realizado la preparación de suelo e instalación y funcionamiento del sistema de riego por goteo con anterioridad, en todas las localidades de estudio, la siembra se la realizó con un distanciamiento entre plantas de 2 metros y de 4 metros entre las hileras, respetándose los espacios de separación entre parcelas y repeticiones establecidos en el croquis de campo.

### Manejo en campo

**Caracterización física y química del suelo y agua en las zonas de estudio.-** Se tomaron muestras para los análisis, cuyos resultados nos sirvieron para hacer los cálculos de los requerimientos de nutrientes y las recomendaciones para la fertilización del cultivo.



**Riego.-** Esta labor se lo realiza mediante un sistema de riego por goteo, durante la época seca con una frecuencia semanal, manteniendo el suelo con la disponibilidad de agua necesaria para el cultivo, en las cuatro localidades.

**Control de malezas.** - Se efectuó un control de malezas químico (verdict) y uno mecánico, por lo cual los ensayos se encuentran en condiciones idóneas.

**Control de plagas y enfermedades.** – Se efectuó una aplicación de un insecticida a base de abamectina para el manejo de afidos.

**Fertilización.-** Después de efectuar los análisis de suelos y en base a las recomendaciones de la empresa Jatro Solutions se efectuó una fertilización de base con el fertilizante completo a razón de 20 g por planta y materia orgánica al fondo del hoyo al momento de la siembra.

### Métodos de evaluación

Actualmente las variables ubicadas en el Protocolo de Investigación no se logran registrar debido a que el ensayo se encuentra recién implementado en el campo y la primera toma de datos se efectuara a los 90 días.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Achten, W.M.J., Maes, W.H., Aerts, R., Verchot, L., Trabucco, A., Mathijs, E., Singh, V.P., & Muys, B. (2009) *Jatropha: From global hype to local opportunity*. Journal of Arid Environments.

Carrión Matamoros, L. M., y Castro Puente, V. D. (2008). Diseño y construcción de una máquina extractora de aceite de semillas para la elaboración de biodiesel (Tesis de Grado, QUITO/EPN/2008).

Durães, F. O. M., Laviola, B. G., Alves, A. A. (2011). “Potential and challenges in making physic nut (*Jatropha curcas* L.) a viable biofuel crop: the Brazilian perspective”, CAB Rev. 6(043), 1-8.

Fairless, D. (2007) “Biofuel: the little shrub that could-maybe”, Nature 499, 652-655.

Heller, J. (1996). *Physic nut. Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Roma: International plant genetic resources institute

Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura (IICA. EC). 2015. Cadena piñón Manabí -Galápagos: producción local de aceite de piñón procedente de cerca vivas para ser utilizado en un plan piloto de generación eléctrica en la Isla Floreana (en línea). Quito, EC. 53p.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología “INAMHI”. 2016. Anuarios Meteorológicos del INAMHI (2011-2016). Ecuador.



King, A. J., He, W., Cuevas, J. A., Freudenberg, M., Ramiaramanana, D., Graham, I.A. (2009) "Potential of *Jatropha curcas* as a source of renewable oil and animal feed", *J. Exp. Bot.* 60(10), 2897-2905.

López, J. 2009. Caracterización de 60 accesiones de piñón (*Jatropha Curcas* L.) Colectados en la provincia de Manabí y Loja. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

López, R. 2008. Potencial de producción de semilla de *Jatropha curcas* en Sinaloa, México. Universidad Nacional Autónoma de México. 4 p.

Mejía, M; Mendoza, H; López, J; Cedeño, L; Ponce, W. 2015. Rendimiento inicial de líneas de piñón (*Jatropha curcas* L.) bajo dos métodos de siembra. Portoviejo, Manabí, Ecuador. pp. 46 - 56.

Mendoza, H; Zambrano, N; Mendoza, J; 2008. El piñón (*Jatropha curcas* L) una alternativa de cultivo para zonas marginales secas. INIAP E.E. Portoviejo, Ecuador. Plegable # 341.

Rodriguez, E; Siqueira, W; Argollo, M; Crotti, M; Soares, M; Carqueijo, A; Colombo, C; Ferraz, M; Nicomedes, J. 2013. Obtención de híbridos interespecíficos de *Jatropha curcas* L. México 14p.

Rodrigues, B. M., Arcoverde, G. B., Antonino, A. C. D., & Santos, M. G. (2011). Water relations in physic nut according to climatic seasonality, in semiarid conditions. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 46(9), 1112–1115. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000900020>

Sinclair, T.R.; Purcell, L.C. Is a physiological perspective relevant in a 'genocentric' age? *Journal of Experimental Botany*, v.56, p.2777-2782, 2005.

Souza, B.D.; Rodrigues, B.M.; Meiado, M.V.; Santos, M.G. Water relations and chlorophyll fluorescence responses of two leguminous trees from the Caatinga to different watering regimes. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.32, p.235-244, 2010.

Suarez, R. M. (2009). Comportamiento de tres procedencias de *Jatropha curcas* en el banco de germoplasma de EEPF "Indio Hatueie". *Revista Pastos y forraje*, 29-37.

Sujatha, M., Reddy, T. P., & Mahasi, M. (2008). Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (*Ricinus communis* L) and *Jatropha curcas* L. *Biotechnology Advances*, 424-435.

Zambrano, F., Delgado, K., Silva, H., Nomura, R. B., Souza, D., y Andrade, C. Z. (2015). Extração e avaliação do óleo de pinhão manso (*Jatropha Curcas* l.) oriundo das cercas vivas de Manabí Ecuador. *Revista Brasileira de Energías Renováveis*, 4(1).

## ANEXOS





**Fig. 2** Etiquetado de los ensayos en las diferentes localidades (UTM, UNESUM, ESPAM, EEP)

**ACTIVIDAD 3.** Conservación y mantenimiento del Banco de Germoplasma de piñón *Jatropha curcas* L.

**Responsable:** Ing. Favio Ruilova

**Colaboradores:** Ing. Ramón Solórzano; Ing. Wilmer Ponce; Ing. Ever Macías.

**ANTECEDENTES**

Para un uso efectivo en un programa de mejoramiento, los recursos fitogenéticos del banco de germoplasma deben ser debidamente conservados y mantenidos, con el fin de conocer el comportamiento y características agronómicas de las accesiones (Muñoz y Jiménez, 2009), por lo que lo hace necesario evaluar a las accesiones por largos periodos para poder determinar el verdadero potencial productivo de los materiales.

Como parte del Proyecto “Generación de tecnologías agronómicas, industriales y mecánicas, para la producción y aprovechamiento de especies productoras de aceite para la elaboración de biocombustibles en zonas marginales secas”, se implementó un banco de germoplasma de piñón (*Jatropha curcas* L.), el cual se encuentra sembrado desde el 2018, en las áreas de Investigación del Programa de Agroenergía de la Estación Experimental Portoviejo con 173 accesiones colectadas en varias provincias del país como: Manabí, Loja, Guayas, Santa Elena, Los Ríos, además de otras introducidas desde Perú y Brasil. Este banco genético ha servido para varios trabajos de investigación durante su trayectoria dentro de los que se han realizado caracterización agronómica, morfológica y molecular (Mendoza, et al., 2009; Mendoza, et al., 2017; Morillo 2018). El estudio de los artrópodos asociados al piñón (Cañarte, et al., 2017), selección de líneas precoces y evaluación de métodos de siembra (Mejía, et al., 2015), además de varios trabajos que actualmente se están realizando.



## OBJETIVOS

### Objetivo General

- Conservar el Banco de Germoplasma de piñón (*Jatropha curcas* L.) del Programa de Agroenergía de la Estación Experimental Portoviejo

### Objetivos Específicos.

- Mantener agronómicamente las colecciones de piñón en condiciones óptimas
- Realizar una poda de renovación al Banco de Germoplasma de piñón

## METODOLOGÍA

### Ubicación

Los Bancos de piñón están sembrados en la EE Portoviejo del INIAP, ubicada en el sitio El Cady, Parroquia Colón, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí. Latitud UTM 544963,401 y Longitud UTM 9875338,638.

### Características edafo climáticas

El suelo es franco arcilloso y topografía plana. La zona climática es tropical de sabana, con promedios de 26,3 °C de temperatura, 527 mm de lluvia, 83 % de humedad relativa.

### Factores en estudio

Colección original: 164 accesiones.

### Unidad experimental

Colección original: 8 a 10 plantas (60 m<sup>2</sup>), las cuales se encuentran sembradas en un marco de 2 m entre plantas y 3 m entre hileras.

### Manejo agronómico

### Control de malezas

Durante este año se realizaron 3 controles mecánicos con el uso de moto guadaña.

### Poda de renovación

En el mes de noviembre se realizó la poda de las 164 accesiones del Banco de Germoplasma, actividad que se decidió realizar tomando el criterio de que las plantas estaban con una altura superior a los 3 m, dificultando su manejo y conservación. La poda fue realizada con ayuda de machete y motosierra, la cual se efectuó a 1m sobre el suelo, existiendo una gran cantidad de biomasa producto de las ramas cortadas, la cual fue ubicada entre las hileras de siembra de cada accesión.

## RESULTADOS

El Banco de germoplasma de piñón del Programa de Agroenergía se encuentra conservado, identificado y en óptimas condiciones agronómicas.



## CONCLUSIONES

- La poda del Banco de Germoplasma es una actividad que se debe realizar cada año, con la finalidad de mantener a las accesiones con una arquitectura de planta media (2 m), en la que se pueda evaluar sin complicación sus variables productivas.

## RECOMENDACIONES

- Continuar con la evaluación de las variables productivas de las accesiones del Banco de Germoplasma de piñón sin descuidar la actividad de poda cada año.

## REFERENCIAS

Cañarte Bermúdez, E., Valarezo Cely, O. y Navarrete Cedeño, J.B. (2017). Estudio de la artropofauna asociada a piñón (*Jatropha curcas*) en Manabí, Ecuador. Ecuador es Calidad, 4, 58-66.

Mejía, N., Mendoza, H., López, J., Cedeño, L., y Ponce, W. (diciembre, 2015). Rendimiento inicial de líneas de piñón (*Jatropha curcas* L.) bajo dos métodos de siembra. La Técnica, 15, 46-56.

Mendoza, H., Mendoza, J., López, J., Mejía, N., Zambrano, F., Mendoza, M., y Ponce, W. (enero, 2017). Variabilidad genética de la colección de piñón (*Jatropha Curcas* L.) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador, usando marcadores tipo microsatélites. La Técnica, 17, 18-29.

Mendoza, H., Rodríguez, M., López, J., Mejía, N., y Zambrano, F. (2009). Tecnologías para aprovechamiento del piñón (*Jatropha curcas* L) como fuente de biocombustibles en tierras marginales secas del litoral ecuatoriano. INIAP-EPN-IICA. Portoviejo, Ecuador. Boletín Técnico N° 136. 16p.

Morillo, E., Buitrón Bustamante, J.L., y Loachamin, D. (junio, 2018). Caracterización molecular de materiales criollos de piñón de alta productividad (*Jatropha curcas* L.) del Litoral Ecuatoriano. En C. Yáñez, M. Racines, C. Sangoquiza, y X. Cuesta (Eds.), Primer Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria “Fomentando la Seguridad y Soberanía Alimentaria”: Artículos del Evento (pp. 29-31). Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina.

Muñoz, M., y Jiménez, E. (2009). Caracterización Morfométrica de cuatro ecotipos de piñón (*Jatropha curcas*), asociado con teca (*Tectona grandis*). Guayaquil, Ecuador. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). 102 p.

### Anexos:





**Fig., 3** Banco de Germoplasma de piñón después de la poda de renovación.



**ACTIVIDAD 4.** Refreshamiento y conservación del banco de germoplasma higuierilla (*Ricinus communis* L.) del INIAP.

**Responsable:** Ing. Favio Ruilova

**Colaboradores:** Ing. Ramón Solórzano; Ing. Wilmer Ponce; Ing. Ever Macías.

#### ANTECEDENTES

La higuierilla (*Ricinus communis* L.) es una oleaginosa, capaz de prosperar a nivel del mar hasta los 2,500 msnm. Posee un requerimiento de agua de 600 a 800 mm durante su etapa de crecimiento y prospera en suelos de mediana o alta fertilidad. Esta planta se encuentra en varios países de América Latina y es utilizada para la extracción del aceite de ricino, también conocido como “Cator oil”, aceite que es extraído de las semillas de la planta. Comercialmente, el aceite de ricino tiene grandes aplicaciones en varias industrias que incluyen: la de pinturas, barnices, cosméticos, productos terapéuticos, lubricantes, plásticos, nilón, etc. Asimismo, existen investigaciones sobre el uso del aceite como combustible alternativo, como el realizado por la Universidad Nacional de Colombia. Los principales consumidores del aceite de ricino son los países desarrollados que destinan este producto como insumo de la industria química. Cada año, la producción mundial de aceite de ricino equivale a un millón de toneladas métricas. Debido a sus beneficios económicos y gran cantidad de usos, las semillas de ricino se producen actualmente en no menos de 30 países del mundo (Alvarez, 2018)

Actualmente, en Ecuador el cultivo no está desarrollado de forma intensiva y existe poca información sobre su producción a nivel nacional. En la provincia de Manabí, existen entre 300 y 500 hectáreas sembradas de higuierilla en formas de pequeñas parcelas de recolección (Alvarez,



2018). El INIAP cuenta con una colección de más de 100 accesiones de higuierilla, las semillas como ente vivo requieren conservar su viabilidad, germinación y vigor para asegurar el desarrollo de una nueva planta y su potencial de producción. Los bancos de germoplasma deben garantizar que las accesiones que mantienen se conserven viables y en excelente condiciones durante el mayor tiempo posibles. Sin embargo aun siguiendo los más altos estándares de manejo, el germoplasma se deteriora con el tiempo y hay que regenerarlo.

El proceso de regeneración está ligado a datos de viabilidad. Es decir, cuando el porcentaje de viabilidad de las semillas baja del 85%, la muestra debe ser regenerada. Según (Engels and Visser, 2003; FAO, 2014) el proceso de regeneración debe estar en condiciones contraladas para asegurar que los nuevos materiales sean genéticamente iguales a los originales.

En estos casos, es necesario evitar una pérdida selectiva de genotipos a lo largo de todo el ciclo de cultivo, para lo cual es fundamental que el ambiente del lugar de multiplicación sea lo más semejante posible al de origen (Mesa, 2001). El mantenimiento de la viabilidad, la integridad genética y la calidad de las muestras siguiendo las regulaciones establecidas para el efecto es una actividad primordial de los bancos de germoplasma (Rao et al., 2007).

Esta propuesta de investigación fue enviada mediante Memorando Nro. INIAP-EEP\_NTC-2020-0044-MEM de fecha 10 de julio de 2020, siendo revisada por el Comité Técnico de esta Estación mediante acta Nro. 022 y aprobada mediante acta Nro. 024.

### **Objetivo General.**

Refrescar, caracterizar y conservar las accesiones de higuierilla (*Ricinus communis* L) en condiciones adecuadas de cantidad, calidad y viabilidad, a través de procesos de multiplicación, regeneración y conservación para futuros trabajo de investigación en mejoramiento.

### **Objetivos Específicos.**

- Refrescar y multiplicar semillas de las accesiones de la colección de higuierilla de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.
- Caracterizar morfo-agronómicamente las accesiones de la colección de higuierilla de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.
- Determinar el método adecuado de conservación de las accesiones de la colección de higuierilla de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

### **Metodología**

### **Características del sitio experimental**

### **Ubicación**

<b>Provincia</b>	Manabí
<b>Cantón</b>	Portoviejo
<b>Parroquia</b>	Colon
<b>Sitio</b>	El Cady
<b>Altitud</b>	67 msnm
<b>Latitud UTM</b>	564963,401
<b>Longitud UTM</b>	9875338,638

### Características edafo climáticas

Cantón	Precipitación (mm)	Heliofanía (Hrs/año)	Temperatura (°C)
Portoviejo	800*	1300*	26*

\*Anuarios Meteorológicos del INAMHI (2011-2016). Estación Meteorológica La Teodomira (UTM), Lodana Santa Ana-Manabí

### Factor en estudio

En el presente estudio se refrescaron 108 accesiones de la colección de higuerrilla (*Ricinus communis L.*) de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

### Unidad experimental

Número total de accesiones:	108
Número de hilera por accesiones:	1
Número de plantas por hileras:	6
Distancia entre plantas:	2 m
Distancia entre hileras:	3 m
Áreas por parcelas:	2 m x 3 m (6 m <sup>2</sup> )
Área total del ensayo:	648 m <sup>2</sup>

### Tratamientos

TRAT.	Código	TRAT.	Código	TRAT.	Código	TRAT.	Código
1	CH 001	28	CH 035	55	CH 060	82	CH 093-2
2	CH 002	29	CH 036	56	CH 061	83	CH 094
3	CH 003	30	CH 038	57	CH 063	84	CH 095
4	CH 004	31	CH 039	58	CH 065	85	CH 096
5	CH 005	32	CH 039-1	59	CH 066	86	CH 097
6	CH 005-1	33	CH 039-2	60	CH 067	87	CH 097-2
7	CH 006	34	CH 040	61	CH 068	88	CH 098
8	CH 010	35	CH 041	62	CH 069	89	CH 099
9	CH 011	36	CH 042	63	CH 070	90	CH 099-1



10	CH 012	37	CH 044	64	CH 071	91	CH 099-2
11	CH 013	38	CH 045	65	CH 072	92	CH 099-3
12	CH 014	39	CH 046-1	66	CH 074	93	CH 100
13	CH 015	40	CH 046-2	67	CH 075	94	CH 104
14	CH 018	41	CH 048	68	CH 077	95	CH 105
15	CH 019	42	CH 049	69	CH 078	96	CH 106
16	CH 021-1	43	CH 049-1	70	CH 079	97	CH 107
17	CH 022	44	CH 050	71	CH 080	98	CH 109
18	CH 023	45	CH 051	72	CH 081	99	CH 110
19	CH 024	46	CH 052	73	CH 082	100	CH 112
20	CH 025	47	CH 052-2	74	CH 083	101	CH 113
21	CH 025-1	48	CH 053	75	CH 084	102	CH 114
22	CH 026	49	CH 054	76	CH 085	103	CH 115
23	CH 026-1	50	CH 055	77	CH 087	104	CH 122
24	CH 027	51	CH 056	78	CH 088	105	CH 130
25	CH 028	52	CH 057	79	CH 090	106	CH 137
26	CH 031	53	CH 057-2	80	CH 093	107	CH 141
27	CH 032	54	CH 059	81	CH 093-1	108	CH 147

### Análisis estadístico

Se realizarán análisis de frecuencias, de tendencia central (medias, máximo, mínimo, desviación estándar), análisis multivariado para clasificar en grupos homogéneos y análisis beneficio-costo para determinar el mejor método de conservación.

### Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

#### Manejo específico del experimento

**Preparación del suelo y siembra.-** La preparación del suelo se realizó un mes antes para facilitar la descomposición de residuos, efectuando un pase de arado y dos de rastra al terreno.

Previo a la labor de siembra el terreno se surco a 1 m de distancia, seguidamente se realizará el trazado de parcelas, dentro de las cuales se procederá a la siembra acorde a los tratamientos establecidos para el experimento, se depositaron 3 semillas por sitio de siembra para posterior efectuar su raleo dejando una por sitio.

**Control de malezas.-** Después de la siembra se efectuó el primer control con glifosato en dosis de 2 l/ha. Para evitar la competencia de malezas se efectuaron 2 aplicaciones de herbicidas (paraquat) y un control mecánico con motoguadaña antes de la cosecha.

**Control de plagas y enfermedades.-** Se realizó la primera aplicación después que los materiales germinaran con una mezcla de fungicida e insecticida (captan y clorpirifos) para evitar la



podrición y el ataque de insectos, la segunda se efectuó una aplicación con cobre para evitar la pudrición del tallo.

**Riego.-** Se lo realizo semanalmente por gravedad al surco hasta una semana antes de la cosecha.

**Polinización.-** Se efectuó manualmente colocando fundas de papel en las inflorescencias antes de que emitan polen para evitar contaminación por otros materiales.

**Cosecha.-** La cosecha empezó a los 130 días, manualmente cortando con tijeras podadoras, los racimos que fueron polinizados manualmente y que cuenten con la funda de papel para evitar pérdida de semilla de las variedades con frutos dehiscentes. El descascarado de los frutos maduros y secos es manual y las semillas son secadas al sol.

### Descriptorios a tomarse

Las evaluaciones o registro de datos se efectuaron de acuerdo a los descriptorios implementados por Programa de Agroenergía y adaptado de descriptorios de la higuera de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), documento escrito por Milani (2008).

**Porcentaje de emergencia (%).**- Este se evaluó contabilizando las semillas germinadas en relación a las semillas sembradas.

**Altura del racimo primario (cm).**- Se tomó desde el suelo hasta la inserción del racimo primario. Se realizará después del lanzamiento del racimo primario.

**Altura de planta (cm).**- Se tomó como punto de referencia el nivel del suelo hasta la cima del racimo más alto en cada planta.

**Diámetro del tallo (cm).**- El diámetro del tallo se midió en la región media del tallo de la planta, cuando estos alcanzan el final del ciclo.

**Número de racimos.**- El número de racimos es el promedio de racimos por planta al final del ciclo.

**Color del tallo.**- Color del tallo anotado en la época de maduración del racimo primario. Para evaluar el color, se debe desconsiderar la presencia de cera; esto se hace simplemente pasando el dedo en la superficie del tallo y removiendo la capa en un área dada.

1 = verde, 2 = verde rosado, 3 = Verde rojizo, 4 = marrón rojizo, 5 = Rojo púrpura

**Color de las hojas adultas.**- El color de las hojas adultas se observa en la segunda hoja adulta, debajo del racimo primario, en la cara superior del limbo.

1= verde claro 2= verde 3= verde oscuro 4= verde rojizo 5= rojo 6= púrpura

**Color del fruto.**- Se observa en los frutos inmaduros.

1= verde claro 2= verde 3= verde oscuro 4= rosa 5= verde rojizo 6= rojo 7= amarillo 8= púrpura



**Presencia de acúleo en los frutos.-** Presencia o ausencia de acúleo en los frutos. 1= presente 2= ausente

**Forma de los racimos.-** Se observa al inicio de la maduración de los racimos, observando la forma de la mayoría de los racimos de cada planta.

1 = Cónico, 2 = Globoso, 3 = Cilíndrico, 4 = Amorfo.

**Compactación del racimo.-** Se observa la proximidad de los frutos en los racimos.

1) Compacto: cuando prácticamente no hay espacios entre las frutas, los pedúnculos en la base del racimo son cortos.

2) Intermedio: las frutas están muy juntas, pero hay un pequeño espacio entre ellas, los pedúnculos son de tamaño mediano.

3) Escaso: los frutos son pequeños en número y distantes entre sí, los pedúnculos son largos.

**Longitudes de racimo (cm).-** Medición de la longitud de la parte útil de los racimos (con frutos) del racimo principal.

**Longitud de los frutos (cm).-** Para medir la longitud de los frutos, se tomaran medidas en 10 frutos en la porción mediana del racimo.

**Dehiscencia de los frutos.-** Comportamiento de los frutos, en la época de maduración de los racimos:

1) Dehiscente: los frutos se abren, y las semillas se lanzan al suelo antes incluso de la cosecha.

2) Semidehiscente: los frutos sólo se abren después de cosechados, durante el secado.

3) Indehiscente: los frutos solo se abren después del procesamiento, después de la maduración.

**Floración del racimo primario.-** Número de días entre la germinación y la apertura de las flores femeninas.

**Flores femeninas.-** Presencia y predominio de flores femeninas en los racimos principales, secundarios y terciarios.

1) predominantemente femenino

2) Flores femeninas en el tercio superior ( $\leq 50\%$  del racimo).

3) Flores femeninas en el tercio superior ( $> 50\%$  del racimo)

4) Flores femeninas distribuidas en el racimo

**Coloración de los estigmas.-** Observado en inflorescencias jóvenes antes de la polinización.

1= amarillento 2= verdoso 3= naranja 4= rojizo 5= rosa

Actualmente las demás variables ubicadas en el Protocolo de Investigación aún no se logran registrar debido a que hay materiales tardíos y por tal motivo se encuentra el 80% de los materiales cosechados, secando para descascarar y terminar la toma de datos de las variables faltantes, es por esta razón que se decidió aprovechar el ensayo implementado y registrar las variables anteriormente mencionadas.



## RESULTADOS

### Resultados:

La caracterización morfológica de las 108 accesiones de higuierilla reveló que dentro de los 7 caracteres cuantitativos aplicados, existen tres grupos de estos que determinaron diversidad genética entre las accesiones caracterizadas.

En la tabla 2, se puede observar que el coeficiente de variación de los caracteres osciló entre el 39,72% (días floración) y 92,24% (altura de planta cm).

Por consiguiente, cuanto más bajo sea el valor del coeficiente de variación más homogéneos son los datos y por lo tanto la diversidad genética será menor dentro de estas accesiones, mientras que más altos son los valores de coeficiente de variación, mayor será la variabilidad genética.

**Tabla 2.** Descriptores de características cuantitativas y estadísticos simples en accesiones de higuierillas. EEP. 2020.

Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
% Emergencia	108	54,02	26,17	48,45	0	100
Altura Racimo (cm)	108	141,19	60,36	42,75	0	250
Altura de Planta (cm)	108	120,95	111,57	92,24	0	1147
Diámetro Tallo (cm)	108	3,13	1,51	48,2	0	6,1
Longitud racimo.	108	5,58	3,93	70,38	0	17
Longitud fruto	108	30,39	13,38	44,03	0	55
Días flor	108	1,92	0,76	39,72	0	3

### Análisis de agrupamiento de accesiones de higuierilla.

Mediante el algoritmo multivariado del análisis de agrupamiento jerárquico de Ward, actuando sobre la matriz de distancia obtenido con el método de Gower, se produjo el agrupamiento de las accesiones caracterizadas en el presente estudio, definiendo tres grupos genéticos, cuya distribución se indica en la **tabla 3**. El grupo representa el 50,00 % de las accesiones caracterizadas; con el 11,11% es representado el grupo dos y dentro del grupo tres representan el 38,89% de la colección. En la **tabla 4** se puede observar la frecuencia la frecuencia absoluta y relativa de las accesiones de higuierilla en cada grupo.

**Tabla 3.** Distribución de las 108 accesiones de higuierilla por grupos, según el análisis jerárquico de Ward. EEP. 2020.

Grupos	Accesiones del Grupo
1	CH001, CH002, CH003, CH004, CH005, CH010, CH014, CH019, CH021-1, CH022, CH023, CH024, CH025, CH025-1, CH026-1, CH027, CH032, CH038, CH039, CH039-2, CH041, CH044, CH046-1, CH046-2, CH049-1, CH050, CH053, CH054, CH055, CH057, CH059, CH061, CH065, CH067, CH075, CH079, CH080, CH083, CH085,

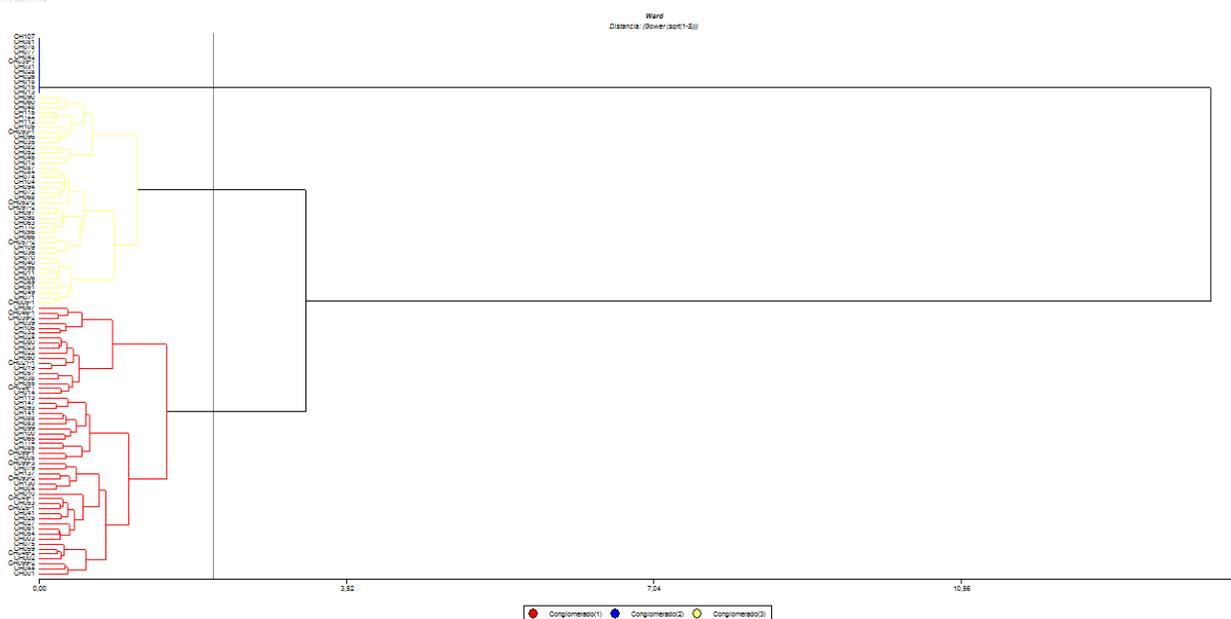


	CH088, CH093, CH093-2, CH099, CH099-1, CH099-2, CH099-3, CH100, CH106, CH113, CH114, CH130, CH137, CH141, CH147.
2	CH013, CH015, CH018, CH026, CH028, CH031, CH039-1, CH042, CH077, CH078, CH081, CH107.
3	CH005-1, CH006, CH011, CH012, CH035, CH036, CH040, CH045, CH048, CH049, CH051, CH052, CH052-2, CH056, CH057-2, CH060, CH063, CH066, CH068, CH069, CH070, CH071, CH072, CH074, CH082, CH084, CH087, CH090, CH093-1, CH094, CH095, CH096, CH097, CH097-2, CH098, CH104, CH105, CH109, CH110, CH112, CH115, CH122.

**Tabla 4.** Distribución por grupos, frecuencias y porcentajes de variabilidad de las 108 accesiones de higuierillas. EEP. 2020.

Grupos	Frecuencias	Porcentajes	Frecuencias acumuladas	Porcentajes acumulado
Grupo 1	54	50	54	50
Grupo 2	12	11,11	66	61,11
Grupo 3	42	38,89	108	100

En la Figura 1, se representa por medio de un fenograma la estructura taxonómica obtenida por la matriz de distancia con el agrupamiento jerárquico de Ward (1963), a partir de la matriz de distancia generada por el algoritmo de Gower, el mismo que muestra la relación en grado de disimilitud entre las accesiones o grupo de las mismas. Esta relación determinó en cierta forma el parentesco genético entre accesiones y la variabilidad observada en cada grupo.



**Fig. 1.** Fenograma de distancias entre 108 accesiones de higuierillas. EEP. 2020.

## CONCLUSIONES

- Por las condiciones en las que se encontraron los materiales el año pasado, 12 accesiones no germinaron.

## RECOMENDACIONES

- Sembrar en invierno los materiales que se recuperaron para contar con mayor cantidad y calidad de semilla.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez, N. 2018. Plan de negocios para la expansión de la empresa Proycomtec S.A., Ecuador, en la producción de materias primas. Zamorano, Honduras. 25p.

Engels, J.M. y Visser, B. (Eds). 2003. A guide to effective management of germplasm collections. IPGRI. Handbook for genebanks. No. 6. IPGRI. Rome. Italy. 172 p.

FAO. Comisión de Recursos Genéticos Para la Alimentación y la Agricultura. 2014. Normas para Bancos de Germoplasma. Roma. 162 p.

INIAP. 2015. Infoeme tecnico annual. Portoviejo, Ecuador. pp. 28.

INIAP. 2018 a. Informe de constatación de las accesiones de higuierilla. Portoviejo, Ecuador. pp. 6.

INIAP. 2018 b. Informe de proceso germinativo de accesiones de higuierilla (*Ricinus communis* L.). Portoviejo, Ecuador. pp. 6.

MESA, M. 2001. Desarrollo de técnicas de propagación in vitro de vid (*Vitis vinífera* L.). Taller de licenciatura. Ing. Agr. Quillota, Pontificia Universidad Católica de Valparaiso. Facultad de Agronomía. 60 p.

Milani, M. (2008). Descriptores de mamona utilizados pela Embrapa Algodão. Embrapa Algodão. Documentos.

Rao, N. K., J. Hanson, M. E. Dullo, K. Ghosh, D. Novell y M. Larinde. 2007. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8. Bioversity International, Roma, Italia.

## ANEXOS





**Fig. 4.** Evaluación de las accesiones.





**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**



**PROGRAMA YUCA-CAMOTE**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2020**



## INFORME TÉCNICO ANUAL 2020

1. **Programa:** Yuca-Camote
2. **Director de la Estación Experimental Portoviejo:** Mgs. Eddie Zambrano Zambrano.
3. **Responsable del Programa:** M.Sc. Gloria Cobeña Ruíz
4. **Equipo Técnico Multidisciplinario:**

Mg. Benny Avellán Cedeño  
 Ing. Alma Mendoza García  
 Ph.D. Ernesto Cañarte Bermúdez  
 M.Sc. Bernardo Navarrete Cedeño  
 M.Sc. Ricardo Limongi Andrade

### 5. **Financiamiento:**

INSTITUCIONES FINANCIERAS	MONTO USD \$
Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo en Ecuador-AECID	25.565,40
Programa Coreano de Cooperación Internacional para la Agricultura y Tecnología (KOPIA)	150.000,00

### 6. **Proyectos**

#### **Propuesta 1.**

**Título:** Evaluación y difusión de materiales de camote con enfoque de tecnologías limpias y de bajo costo, para Esmeraldas y Sucumbíos, dentro del Proyecto Agroecología e innovación en las cadenas de valor de papa y camote en la Frontera Norte de Ecuador.

**Tipo de propuesta:** Proyecto

**Fondos o Convocatoria:** Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo en Ecuador-AECID

**Responsable:** M.Sc. Gloria Cobeña Ruiz

#### **Equipo Multidisciplinario:**

Eddie Zambrano. INIAP-EEP  
 Benny Avellán – INIAP-EEP  
 Claudio Velasco (CIP)  
 Nancy Panchi (CIP)  
 Braulio Lahuthe -INIAP-EESD  
 Carlos Caicedo- INIAP-EECA



**Duración del Proyecto:** dos años

**Estado:** Aprobado

**Fecha Probable de inicio:** Septiembre del 2020

**Propuesta 2.**

**Título:** Suministro de nuevas variedades de camote y desarrollo de tecnologías del cultivo

**Tipo de propuesta:** Proyecto

**Fondos o Convocatoria:** Programa Coreano de Cooperación Internacional para la Agricultura y Tecnología (KOPIA)

**Responsable:** M.Sc. Gloria Cobeña Ruiz

**Equipo Multidisciplinario:**  
Eddie Zambrano. INIAP-EEP  
Benny Avellán – INIAP-EEP

**Presupuesto:** USD \$ 150.000,00

**Duración del Proyecto:** tres años

**Estado:** Aprobado

**Fecha Probable de inicio:** Enero del 2021

**7. Socios Estratégicos:**

- Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG, Manabí-Ing. Frank García
- Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG, Esmeraldas- Ing. Rider Sánchez
- Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG, Sucumbíos- Ing. Franklin Dávila
- Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López- ESPAM MFL- Ph. D. Ely Sacón
- Asociaciones de productores de Manabí, Esmeraldas y Sucumbíos

**8. Publicaciones**

- Corozo, L.; Héctor, E.; Macías, F.; Vásquez, B.; Pinargote, B.; Cobeña, G.; Mendoza, A. y Arteaga, F. (2020). Micropropagación de dos variedades ecuatorianas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Revista:Chilean J. Agric. Anim. Sci., Manabí, Ecuador. (2020) 36(3):224-232.



<https://doi.org/10.29393/CHJAAS36-21MDLC80022>. ISSN 0719-3882 print.  
ISSN 0719-3890 online.

- 
- Armijos, Gabriela; Villacrés, Elena; Quelal, María Belén; Cobeña, Gloria; Álvarez, Javier. (2020). Evaluación Físico-química y funcional de siete variedades de camote provenientes de Manabí-Ecuador. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, Vol.21. Num. 2. Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C. México.

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81365122009>

- Cárdenas, F.M.; Cobeña, G.; Aveiga, A.M.; Mendoza, L. (2020). Experiencia de Investigación Participativa en la Subcuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador”. libro en el que se incluyeron las sugerencias del Comité Editorial Humus (por publicar).

## 9. Participación en eventos científicos, técnico o de Difusión.

- Cobeña, G. (2020). Stand de los productos y plantas de yuca y camote, tecnologías y semillas en las ferias ciudadanas-Brigadas “Plan Toda Una Vida”, en varias fechas y cantones de Manabí.
- Cobeña, G. (2020). Programa Radial “Nuestras Riquezas” tema: Avances en tecnologías de raíces y tubérculos tropicales-Yuca y Camote. Guayaquil, Radio CRE. Febrero 26 del 2020.
- Avellán, B.; Cobeña, G. (2020). Stand con plantas y productos comerciales de la EE. Portoviejo y material divulgativo de los rubros de interés de la zona de Quiroga-Bolívar. Octubre 28 del 2020. Participaron 10 agricultores, Técnicos del GAD de Quiroga y del MAG.
- Avellán, B.; Cobeña, G. (2020). Stand con plantas y productos comerciales de la EE. Portoviejo y material divulgativo de los rubros de interés de la zona de Cardón-Rocafuerte. Octubre 28 del 2020. Participaron 20 agricultores, técnicos del MAG, Técnicos-docentes de la ESPAM-MFL.

## Capacitación impartida

- Cobeña, G.; Avellán, B.; Panchi, N. (2020). Capacitación en generalidades del cultivo de camote y criterios de selección de semilla vegetativa de camote, Asociación de agricultores de la comunidad Itaya, de la parroquia Limoncocha, cantón Shushufindi. 14 de octubre del 2020. 27 participantes.
- Cobeña, G.; Avellán, B.; Panchi, N. (2020). Capacitación en generalidades del cultivo de camote y criterios de selección de semilla vegetativa de camote,



Asociación de agricultores de la comunidad Abdón Calderón, de la parroquia Sevilla, cantón Cascales. 14 de octubre del 2020. 38 participantes.

- Cobeña, G.; Avellán, B.; Panchi, N. (2020). Capacitación en generalidades del cultivo de camote y criterios de selección de semilla vegetativa de camote, Asociación de agricultores de la comunidad Fuerzas Unidas, de la parroquia Tarapoa, cantón Cuyabeno. 15 de octubre del 2020. 27 participantes.
- Cobeña, G.; Avellán, B.; Panchi, N. (2020). Capacitación en generalidades del cultivo de camote y criterios de selección de semilla vegetativa de camote, Asociación de agricultores de la comunidad Yanayacu, de la parroquia El Eno, cantón Lago Agrio. 15 de octubre del 2020. 15 participantes.
- Cobeña, G.; Panchi, N. (2020). Capacitación en generalidades del cultivo y criterios de selección de semilla vegetativa de camote, Asociación de agricultores de la comunidad Tambillo, de la parroquia Cube, cantón Quinindé. 25 de noviembre del 2020. 21 participantes.
- Avellán, B; Cobeña, G. (2020). Vitrinas Tecnológicas. Presentación de resultados de las aplicaciones tecnológicas del INIAP en el manejo agronómico de los cultivos de maíz H-603, INIAP-543 QPM, maní INIAP-380, camote Toquecita, frejol caupí INIAP-463 y yuca INIAP-652.
- Avellán, B.; Cobeña, G. (2020). Participación del día de campo para la presentación de las parcelas con tecnologías de maíz para consumo en fresco, en colaboración con la ESPAM-MFL y MAG., las charlas fueron dictadas por técnicos-Docentes de la ESPAM-MFL y Técnicos del INIAP-EEP, se contó con la colaboración de Técnicos del MAG. Octubre 28 del 2020. Cardón-Rocafuerte. Asistieron 21 personas.

**Participación en reuniones de trabajo**

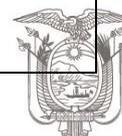
- Cobeña, G. (2020). Participación como evaluador externo de las Jornada científica 2020 de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la ESPAM MFL, con los proyectos del programa semillero de investigadores, “Identificación de bacterias extremófilas capaces de transformar celulosa mediante un análisis metagenómico” y “Buenas prácticas ambientales en el manejo postcosecha- procesamiento de yuca para almidón, comunidad San Pablo de Tarugo-Canuto-Chone”. 25 de noviembre 2020.

**Participación en Comité Técnico:**

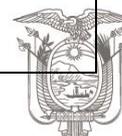
Programa / Departamento / Área proponente	Título	Tipo	Fecha de presentación-Año 2020
NTC	Desarrollo de tecnologías de nutrición para la variedad de maíz blanco INIAP 543 QPM	Protocolo	2 de enero



	“Nutrichoclo” en cuatro localidades de Manabí		
NTC	Parcelas de difusión de sistemas productivos de cultivos de seguridad alimentaria con una variedad promisoría de higuerilla en dos localidades en la provincia de Manabí	Protocolo	2 de enero
NTC	Parcelas de difusión de una variedad promisoría de yuca ( <i>Manihot sculenta</i> Crantz) para consumo en fresco y procesamiento en dos localidades en la provincia de Manabí	Protocolo	2 de enero
DNPV ENTOMOLOGÍA	Efecto de la densidad poblacional en el comportamiento agronómico y productivo de la variedad de algodón “BRS-336”	Protocolo	7 de febrero
DNPV ENTOMOLOGÍA	Determinación de la época y dosis de aplicación del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat en el Cultivo de algodón	Protocolo	7 de febrero
NTC	Efecto del porcentaje y época de poda en una variedad promisoría de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) del INIAP en el sitio El Cady de la parroquia Colón, cantón Portoviejo	Protocolo	7 de febrero
Producción y Servicios	Protocolo para la producción de plantas de cacao en vivero	Protocolo	19 de febrero
Producción y Servicios	Protocolo para la producción de semilla de maní INIAP 380	Protocolo	19 de febrero
Producción y Servicios	Protocolo para la producción de semilla certificada de maíz del híbrido H-601	Protocolo	19 de febrero
Producción y Servicios	Protocolo para la producción de semilla certificada de maíz del híbrido H-603	Protocolo	19 de febrero
Producción y Servicios	Protocolo para la producción de semilla certificada de maíz de la variedad INIAP 543 QPM-Nutrichoclo	Protocolo	19 de febrero
Laboratorio de Bromatología y Calidad	Evaluación y extracción química del aceite de las semillas del cultivo de Algodón ( <i>Gossypium hirsutum</i> L.)	Protocolo	31 de marzo



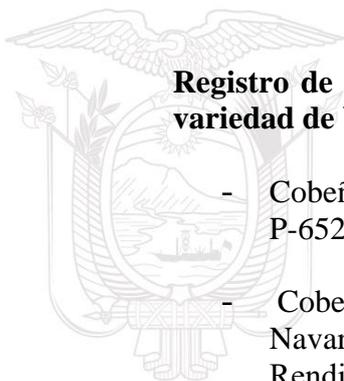
Laboratorio de Bromatología y Calidad	Biodigestión anaeróbica de residuos del plátano variedad hartón y caracterización nutricional del sustrato bio-digerido	Protocolo	31 de marzo
Laboratorio de Bromatología y Calidad	Aprovechamiento agroindustrial del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en la Provincia de Manabí	Nota conceptual	7 de abril
Fruticultura	Protocolo para evaluación de ensayos de adaptabilidad y distinguibilidad en maracuyá amarillo ( <i>Passiflora edulis flavicarpa</i> Deg.)	Protocolo	9 de abril
DNPV ENTOMOLOGÍA	Efecto de <i>Trichoderma</i> spp. sobre características agronómicas y sanitarias del algodón	Protocolo	28 de abril
Producción y Servicios	Evaluación de la influencia de altas densidades poblacionales y sistemas de siembra en la producción de semilla del híbrido simple de maíz INIAP H-603	Protocolo	29 de abril
Fitopatología	Tratamiento fungicida y su influencia en el crecimiento de hongos asociados a la semilla de maíz	Protocolo	30 de abril
Yuca-Camote	Evaluación y difusión de materiales de camote con enfoque de tecnologías limpias y de bajo costo	Protocolo	6 de julio
Agroenergía	Refrescamiento del banco de germoplasma higuerilla ( <i>Ricinus communis</i> L.) del INIAP	Protocolo	17 de julio
NTC	Implementación de un biodigestor de masas residuales en el sitio Guayacán de Tachel del cantón Pichincha	Protocolo	28 de julio
Cacao y Café	"Respuesta morfofisiológica en diferentes combinaciones de patrón-injerto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) sometidas a déficit hídrico en etapa de vivero y evaluación del potencial productivo y sanitario en condiciones normales bajo un sistema agroforestal"	Protocolo	4 septiembre
Cacao y Café	Validación de los clones de cacao EETP 800 y EETP 801 en el valle del río Carrizal y zona de influencia	Protocolo	4 noviembre
Producción y Servicios	Protocolo para la producción de semilla vegetativa de camote por el método de guías.	Protocolo	16 diciembre





**Participación en Comité de Publicaciones**

Programa Departamento Área/proponente	Título	Tipo	Fecha de presentación Año 2020
DNPV Entomología	Uso de troncos “centinela” como método de captura de insectos Curculionidae: Scolytinae en plantaciones de teca.	Resumen	16 de abril
Laboratorio de Bromatología y Calidad	Obtención de bioplásticos a partir de residuos de aguacate (Persea Americana Mill.)	Tríptico	12 de mayo
Yuca-Camote	Nueva variedad de yuca INIAP PORTOVIEJO-652 "La Rendidora"	Tríptico	28 octubre



**Registro de variedades-parte del equipo técnico multidisciplinario que desarrolló la variedad de Yuca:**

- Cobeña, G. (2020). Guión para elaboración de video de la variedad de yuca INIAP P-652
- Cobeña, G.; Avellán, B.; Mendoza, A.; Cañarte, E.; Cárdenas, F.M., Zambrano, E.; Navarrete, B.; Limongi, R. (2020). Variedad de yuca INIAP Portoviejo-652 “La Rendidora”. Plegable No. 450. INIAP-Estación Experimental Portoviejo.
- Cobeña, G.; Avellán, B.; Mendoza, A.; Cañarte, E.; Cárdenas, F.M., Zambrano, E.; Navarrete, B.; Limongi, R. (2020). Informe técnico de la variedad de yuca INIAP Portoviejo-652 “La Rendidora”

**10. Propuestas presentadas**

Cobeña, G. (2020). Evaluación de la adaptabilidad y productividad de materiales de yuca en diferentes localidades del litoral ecuatoriano. Nota de concepto presentada a la Dirección de Investigación del INIAP.

**11. Hitos y actividades por proyecto ejecutadas por el programa**

**YUCA**

**Hito 1. Conservación y mantenimiento del banco de germoplasma de yuca**

**Actividad 1. Mantenimiento agronomico de 268 variedades de yuca**



**Responsable:** M.Sc. Gloria Cobeña Ruiz

### **Antecedentes:**

La diversidad genética se considera la base del mejoramiento de un cultivo y un aspecto clave para el fitomejorador, por lo que en cultivos como la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) que presentan una amplia variabilidad genética, es importante su preservación a través de la formación de bancos de germoplasma, para mantener vivas las colecciones (INIAP 2007), ya que un banco de germoplasma representa el patrimonio genético de una especie, mantenido con la finalidad de preservar su variabilidad aspirando proteger especies de interés que satisfagan una demanda actual, así como para aquellas especies que aún no presenten características de uso inmediato las que se consideran valiosas para el futuro. Por otra parte, representa la salvaguardia de especies en peligro de extinción de aquellas zonas que por diversos motivos sufren cambios drásticos en su ecosistema (Biasutti 2007).

La Estación Experimental Portoviejo del INIAP cuenta con un Banco de Germoplasma de yuca con 268 accesiones, producto de colectas nacionales y de materiales introducidos que han sido evaluados de manera morfológica y agronómica, siendo de mucha importancia disponer de información sobre las características productivas y forma general de la planta, que faciliten la selección de los genotipos ideales para colocarlo en manos de los generadores de la cadena productiva y de valor de la yuca, sin embargo aún falta realizar la caracterización molecular y química que permita distinguir si existen materiales duplicados.

### **Objetivos**

Homologar e identificar los materiales que posean características potenciales que satisfagan las necesidades requeridas por los mercados nacionales e internacionales en base a la caracterización agronómica, morfológica, molecular y química del Banco de Germoplasma de yuca, que tiene la E.E. Portoviejo del INIAP, lo que permitirá continuar con las diferentes etapas de mejoramiento para la obtención de nuevas variedades.

### **Metodología**

La caracterización agronómica y morfológica se realizó en los años 2017 y 2018 empleando los descriptores de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria EMBRAPA- Brasil (Fukuda y Guevara, 1998) la que ha sido modificada por el Programa de yuca de la EE. Portoviejo del INIAP. En el año 2020 se realizó solo el mantenimiento agronómico (riego, podas, control de malezas) de las plantas de yuca. En el mes de noviembre del 2020, se renovó el banco de germoplasma de yuca, las plantitas de yuca han recibido agua de manera oportuna (riego por gravedad, frecuencia 8 días), las malezas fueron controladas manualmente (motoguadaña) y de manera química con Paraquat en dosis de 250 mL por bomba de 20 litros de agua, especialmente entre calles y contorno del banco de germoplasma.

### **Resultados:**

Las plantitas de yuca de las 268 accesiones que conforman el Banco de Germoplasma se encuentran en buen estado agronómico, se está gestionando realizar la caracterización



química de estas accesiones, con la finalidad de conocer los componentes nutricionales y funcionales.

#### Referencias:

- ✓ Biasutti, C.A. (2007). Banco de germoplasma en argentina, Universidad Nacional de Córdoba, 1-5 p.
- ✓ Fukuda, W; Guevara, C. (1998). Descriptores morfológicos e agronómicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). EMBRAPA. Documento 78. Cruz de Almas, BR. 27 p.
- ✓ INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) Programa de Horticultura. (2007). Informe técnico Anual. Portoviejo, Manabí, EC.15 p

### Hito 2. Mantenimiento de lote de multiplicación de semilla vegetativa de variedades de yuca INIAP-Portoviejo 652”La Rendidora”

#### Actividad 1. Mantenimiento agronómico de plantas de variedades de yuca INIAP P-652

**Responsable:** M.Sc. Gloria Cobeña Ruiz

#### Objetivo

Disponer de material de siembra (estaquillas) de buena calidad sanitaria para los ensayos de investigación, presentación y liberación de la variedad de yuca para consumo en fresco

#### Metodología.

El material de siembra (estaquillas) de la variedad INIAP Portoviejo 652, se obtuvo del lote de mantenimiento de semilla vegetativa establecido en el año 2019. Las 605 estaquillas de aproximadamente 20-25 cm fueron sembradas el 27 de enero del 2020 en un área de 712,8 m<sup>2</sup>, a un distanciamiento de 1 m entre hilera por 1.20 m entre planta. Se realizaron todas las labores agrícolas para el mantenimiento (riego, control de malezas y control fitosanitario), las plantas fueron cosechadas obteniendo 3064,32 kilos para un ingreso de \$ 293,23 dólares

#### Resultados

Las estacas de aproximadamente 1 m, han sido almacenadas bajo sombra, para las futuras siembras.

#### Conclusiones

Este material de siembra servirá para establecer entre enero y febrero del 2021, lotes de difusión que permitan al NDT-EEP, mostrar la variedad.





**Hito 1:** Mantenimiento de lote de multiplicación de semilla vegetativa de materiales de camote

**Actividad 1:** Mantenimiento de lote con 30 accesiones de camote

### **Objetivo**

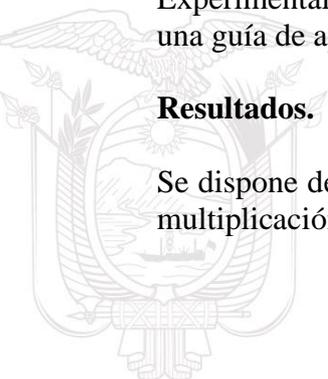
Disponer de plantas sanas y de alta calidad sanitaria para la multiplicación de semilla vegetativa.

### **Metodología.**

Cada seis meses se renuevan los materiales de camote. El material de siembra (guías) se obtiene del lote de mantenimiento de materiales del ciclo anterior, ubicado en la Estación Experimental Portoviejo. Cada material (30), se estableció en camas altas de 2 m<sup>2</sup>, colocando una guía de aproximadamente 0.40 m por sitio, para un total de cinco guías por parcela.

### **Resultados.**

Se dispone de plantas para la selección y corte de guías para el establecimiento de lotes de multiplicación de semilla vegetativa para futuros ensayos.





**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**



**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2020**



## INFORME TÉCNICO ANUAL 2020

1. **Departamento:** Producción y Servicios
2. **Director de la Estación Experimental Portoviejo:**  
Mgs. Eddie Ely Zambrano Zambrano.
3. **Responsable del Departamento:**  
M.Sc. Gloria Cobeña Ruíz
4. **Equipo Técnico Multidisciplinario:**

Ing. Ramón Solórzano Faubla, Colaboración en el manejo de lotes de producción de semillas y productos comerciales.

Ing. Dayra Romero García, Manejo de la Unidad de Beneficio de Semillas (hasta septiembre del 2020)

Ing. Alma Mendoza García, Responsable del DNPV-Fitopatología-EEP y Administradora Técnica

M.Sc. Ricardo Limongi, Responsable del Programa de maíz-EEP

Ing. Larixa Arteaga Vaca, Manejo de actividades administrativas del DPyS

### 5. Financiamiento:

Institución	Proyecto	Valor Total USD \$
Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG	“Proyecto de semillas categoría Certificada para el proyecto Producción de semillas de Agrocalidad Estratégicas”.	183.950,40
Estación Experimental Portoviejo-EEP	Gastos Corrientes	12.000,00

### 6. Proyectos

“Proyecto de semillas categoría Certificada para el proyecto Producción de semillas de Agrocalidad Estratégicas”

### 7. Socios Estratégicos:

-Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG

-Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario-AGROCALIDAD

-Multiplicadores de semillas: Juan Cedeño Navarrete, Nexar Mora briones, Gema Saltos Hurtado y Asociación de multiplicadores de semilla de maíz Nueva Era Danzarín



## 8. Publicaciones

### 9. Participación en eventos científicos, técnica o de Difusión.

Cobeña, G.; Solórzano, R.; Romero, D.; Arteaga, L. (2020). Stand informativo de los productos, servicios, tecnologías, plantas y semillas en las ferias ciudadanas-Brigadas “Plan Toda Una Vida”, Enero-marzo 2020. Manabí, Ecuador.

Cobeña, G.; Zambrano, E. (2020). Stand de productos, servicios, tecnologías, plantas, frutos y semillas en la feria denominada de la Mata a la Mesa, 9 y 10 de enero 2020. Cuenca, Ecuador.

Cobeña, G.; Solórzano, R.; Romero, D.; Arteaga, L. (2020). Buenas Prácticas Agrícolas para la certificación de plantas injertadas de cacao. 11 marzo 2020-AGROCALIDAD. Estación Experimental Portoviejo. Manabí, Ecuador.

Cobeña, G.; Solórzano, R.; Romero, D. (2020). Punto de recepción de muestras, actualización de matriz para envío de muestras de suelo, follaje y agua. 3 de septiembre 2020. Dirección de Producción. Quito, Ecuador

### 10. Protocolos y Costos de producción presentados.

Cobeña, G. (2020). Acreditación de producción de plantas injertadas de cacao en viveros. Certificado de cumplimiento de Buenas Prácticas Agropecuarias-BPA. Otorgado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG y la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario-AGROCALIDAD. Fecha de inicio 11-03-2020. Fecha de finalización 11-03-2023.

Cobeña, G. (2020). Protocolo para la producción de semilla certificada de maní INIAP-380. Acta de revisión y aprobación del Comité Técnico de la EEP.

Cobeña, G. (2020). Protocolo para la producción de semilla certificada de maíz blanco INIAP-543 QPM “Nutrichoclo”. Acta de revisión y aprobación del Comité Técnico de la EEP.

Cobeña, G. (2020). Protocolo para la producción de semilla certificada de maíz del híbrido H-601. Acta de revisión y aprobación del Comité Técnico de la EEP.

Cobeña, G. (2020). Protocolo para la producción de semilla certificada de maíz del híbrido H-603. Acta de revisión y aprobación del Comité Técnico de la EEP.

Cobeña, G. (2020). Protocolo para la producción de plantas patrones e injertadas de cacao. Acta de revisión y aprobación del Comité Técnico de la EEP.

Cobeña, G. (2020). Costos de producción de plantas patrones y plantas injertadas de cítricos para la fijación del precio por unidad.



Cobeña, G. (2020). Costos de producción de plantas patrones y plantas injertadas de cacao, para la fijación del precio por unidad

Cobeña, G. (2020). Costos de producción del maíz INIAP-543 QPM “Nutrichoclo”, para la fijación del precio por kilo.

## 11. Hitos y actividades

### Producto 1. Producción de semilla certificada de maíz

**Actividad 1.** Producción de 2010 kilos de semilla certificada del híbrido H-603

**Actividad 2.** Producción de 1005 kilos de semilla certificada del híbrido H-601

**Actividad 3.** Producción de 1005 kilos de semilla certificada de la variedad INIAP 543 QPM “Nutrichoclo”

### Producto 2. Producción de semilla básica de maíz INIAP-543 QPM

**Actividad 1.** Producción de 300 kilos de semilla básica de maíz de la variedad INIAP-543 QPM “Nutrichoclo”

### Producto 3. Producción de semilla de maní INIAP-380

**Actividad 1.** Producción de 1500 kilos de semilla Certificada de maní INIAP -380.

### Producto 4. Producción de Plantas

**Actividad 1.** Producción de 15000 plantas injertada de cacao de distintas variedades.

### Producto 5. Producción de cacao comercial

**Actividad 1.** Producción de 5000 kilos de cacao comercial.

### Producto 6. Producción de semilla de maracuyá

**Actividad 1.** Producción de 5 kilos de semilla seleccionada de maracuyá INIAP-2009.

## DESARROLLO DE HITOS Y ACTIVIDADES:

### Producto 1. Producción de semilla certificada de maíz

**Actividad 1.** Producción de 2010 kilos de semilla Certificada del híbrido INIAP H-603

**Actividad 2.** Producción de 1005 kilos de semilla Certificada del híbrido INIAP H-601

**Actividad 3.** Producción de 1005 kilos de semilla Certificada de la variedad de maíz blanco INIAP 543 QPM “Nutrichoclo”

### Producto 2. Producción de semilla básica de maíz

**Actividad 1.** Producción de 300 kilos de semilla básica de la variedad INIAP-543 QPM “Nutrichoclo”

Responsable: M.Sc. Gloria Cobeña Ruiz

Colaborador: Ing. Ramón Solórzano Faubla



El maíz es uno de los cultivos de ciclo corto de mayor importancia en el ámbito nacional por su producción y consumo; durante el año 2019 se sembraron a nivel nacional 383 399 ha, participando la provincia de Manabí con 99 095 ha de maíz duro, lo que representa el 28,06% de la superficie nacional (INEC-ESPAC, 2020), producción destinada a la elaboración de alimentos balanceados y consumo humano.

La siembra de esta gramínea se encuentra distribuida en todo el Litoral ecuatoriano y esto crea una gran demanda de semilla certificada de parte de los agricultores de la zona, esto impulsa al INIAP-EE. Portoviejo y crea la necesidad de buscar estrategias para producir mayor cantidad de semilla y así cubrir en parte esta demanda.

### Objetivo:

Proveer semilla de buena calidad a los usuarios de los servicios del INIAP.

### Metodología

#### Época seca

Para producir semilla categoría Certificada y Básica de la variedad INIAP-543 QPM “Nutrichoclo”, se realizaron las siguientes labores agrícolas:

**Preparación del suelo.-** El lote destinado para la multiplicación de la semilla de la categoría Certificada y Básica, se preparó entre el 18 y el 21 de mayo del 2020, realizando un pase de arado de discos, dos pases de rastra y nivelada.

**Siembra.-** Los 20 kilos de semilla categoría básica, utilizada en la siembra provinieron del stock que mantiene el Departamento de Producción y Servicios y los 7 kilos de semilla categoría Genética provinieron del Programa de maíz de la Estación Experimental Portoviejo y fueron tratadas con Vitavax 2g + Thiodicarb 15 ml + Thiametoxam 3 mL por kilo de semilla

La siembra de 1 hectárea (semilla certificada) y 0,25 hectárea (semilla básica) se realizó en el lote A2-Los Guayacanes de la EEP, el 13 de julio y el 17 agosto del 2020, se sembró manualmente a 1,0 m entre hilera y a 0,20 m entre plantas, colocando una semilla por sitio, dando una población de 50000 plantas por hectárea.

**Control de malezas.-** En preemergencia se utilizó el herbicida Glifosato 2 L + Amina 2 L + Terbutrina 2 L/ha. En post emergencia a los 17 dds, se controló las malezas con Amina 0,4 L/ha y a los 40 dds con Paraquat 2L + Amina 0,5 L/ha.

**Fertilización.-** De acuerdo a los resultados del análisis de suelo se realizó un plan de fertilización aplicada de la siguiente manera: a los 10 dds en combinación con el insecticida se aplicó 1 kilo de Yaramila Complex/ha, posteriormente a los 14 dds se realizó la fertilización base de forma manual, sobre suelo húmedo en una mezcla que contenía Urea 100 kg + Muriato de Potasio 100 kilos + Nutrimentos 75 kilos + Sulfato de amonio 50



**Manejo de insectos plagas.-** Se realizaron dos controles fitosanitarios, controlando a los tierraños con Clorpirifos en dosis de 400 mL/ha, para los cogolleros y chupadores se aplicó al cogollo Fipronil 250 mL + gusanol 250 mL/ha, aplicaciones realizadas a los 10 y 21 dds.

**Desmezcle.-** A los 60 dds, se realizó la labor de desmezcle, donde se eliminaron plantas atípicas que no corresponden a la variedad, como tamaño, forma, color o tamaño de las hojas, tallos e inflorescencias, incluyendo también las raquítics y viróticas.

**Cosecha.-** La cosecha se realizó a los 120 días después de la siembra en forma manual. Se trasladó la materia prima desde el lote A2-Guayacanes hasta la Unidad de Beneficio de Semillas y se realizó la recepción, pesaje y determinó la humedad con la cual ingreso cada material.

**Selección de mazorcas, secado y desgrane.-** Posterior a la recepción de la materia prima, se redujo la humedad de los granos hasta un 15-17% en los cuartos de secamiento a una temperatura de entre 35 y 40 grados centígrados, luego se hizo la selección manual de mazorcas eliminando aquellas afectadas por hongos, insectos, raquítics y vanas ya sea en forma parcial o total. Las mazorcas seleccionadas fueron desgranadas, cuyos granos pasaron al cuarto de secamiento con el objeto de reducir la humedad hasta el 14%, utilizando aire caliente forzado y alternado con aire natural.

**Beneficio de la semilla.-** Se efectuó utilizando la Maquina de Aire y Zarandas (MAZ)-Kliper, para eliminar impurezas, basuras, terrones, piedras; el proceso se complementó con un pase en la mesa de gravedad (mesa densimétrica) consiguiendo una semilla libre de impurezas, uniforme y de calidad, de esta semilla se tomó una muestra representativa del flujo de semillas de la mesa de gravedad, para el respectivo análisis interno como es tamaño de los granos, peso y prueba de germinación; para el análisis oficial en AGROCALIDAD se envió un kilo de semilla como muestra, tomada por el inspector del MAG, utilizando un calador. Las semillas se almacenaron en lugares con ambiente controlado (cuartos fríos), para su conservación y posterior venta-entrega.

## Resultados

La materia prima ingresada fue de 2892,00 kg, el rendimiento de semilla de la categoría Certificada fue de 692,00 kg, con un índice de extracción del 24 %. La semilla para los análisis de laboratorio está en AGROCALIDAD.

La materia prima ingresada fue de 1052,00 kg, el rendimiento de semilla de la categoría Básica fue de 300,00 kg, con un índice de extracción del 28 %. Se está gestionando la toma de muestra para los análisis en AGROCALIDAD

**Para producir semilla Certificada de los híbridos H-601 y H-603, se realizaron las siguientes labores agrícolas:**

**Preparación del suelo.-** Entre el 4 y el 6 de mayo se prepararon los lotes destinados a la multiplicación de la semilla de la categoría Certificada de Maíz, se preparó el suelo.



realizando un pase de arado de discos, dos pases de rastra y surcado. Los surcos estuvieron separados a 0,80 m.

**Siembra.-** Toda la semilla utilizada en la siembra provino del stock que mantiene el Departamento de Producción y Servicios de la Estación Experimental Portoviejo.

El híbrido H-601, fue establecido en una hectárea, la siembra del progenitor masculino y femenino se realizó en el lote N° 11-La Vega de La Teodomira, con fecha 24 y 20 de junio del 2020.

Para el Híbrido H-603 se establecieron cuatro hectáreas, la siembra del progenitor masculino y femenino del híbrido INIAP H-603 se realizó en el lote N° 11-La Vega de La Teodomira, con fecha 29 de julio y 3 de agosto del 2020.

En ambos casos, la siembra se realizó con la sembradora manual en los surcos separados a 0,80 m y a 0,25 m entre plantas colocando una semilla por sitio, en ambos casos se consideró el aislamiento en distancia y tiempo, tal como lo indica la ley de semillas. La semilla fue tratada con Vitavax 3g + Semeprid 25 ml por kilogramo de semilla.

**Control de malezas.-** En preemergencia se utilizó el herbicida Glifosato 10 mL/litro + Amina 5 mL/litro + Pendimetalin 5 mL/litro + Terbutrina 2,5 mL/litro de agua. En post emergencia, se controló las malezas con Amina 5 mL/litro + Paraquat 10 mL/litro de agua. Durante el ciclo del cultivo se realizaron cuatro controles químicos de malezas, a los 30, 45, 65 y 71 dds.

**Fertilización.-** La fertilización edáfica se realizó con bomba de mochila utilizando una mezcla de 5 libras de urea + 5 libras de Yaramila Complex/200 litros de agua a los 10 días después de la siembra, posteriormente, a los 20 dds se suministró a las plantas una mezcla compuesta por 66 kg de urea + 66 kg de Muriato de Potasio + 66 kg de triple quince/ha, a los 25 dds se vuelve a fertilizar con una mezcla de 5 libras de urea + 5 libras de Yaramila Complex/200 litros de agua, a los 30 dds se fertilizó con la mezcla de 83 Kg de urea + 66 kg de Sulfato de Amonio + 66 kg de Sulfato de Magnesio + 26 kg de Micro Mix/ha, a los 45 dds se aplica 240 Kg de urea/ha.

**Manejo de insectos plagas.-** Se realizaron siete aplicaciones de acuerdo a la presencia de artrópodos plagas (8, 15, 24, 32, 34, 37 y 42 dds), utilizando los insecticidas Thiametoxan en dosis de 400 g/ha, Spinoteram 100 mL/ha, Fiprex 500 g/ha, Fipronil 500 mL/ha, Clorpirifos 500 mL/ha. Se utilizó el cebo toxico utilizando Metomil 4 g/kilo de arena seca.

**Desmezcle.-** Durante el ciclo vegetativo de los cultivo se realizó la labor de desmezcle, donde se eliminaron plantas atípicas que no corresponden a la variedad o progenitores, como de diferente tamaño, forma, color o tamaño de las hojas, tallos e inflorescencias, incluyendo también las raquítics y viróticas.

**Despanojamiento.-** Esta labor se realizó en los lotes sembrados para la hibridación, a partir de los 53 en el híbrido INIAP H-601 y a los 56 días en el INIAP H-603, con la aparición de las primeras flores masculinas del progenitor femenino, labor que se efectuó durante los



siguientes 8 días, con la finalidad de evitar al máximo la autofecundación del parental femenino respectivamente.

**Riegos.-** Se proporcionaron 13 riegos al cultivo mediante el sistema de aspersión (lo que representa un riego por semana), impulsada por 3 bombas de 6 pulgadas a diésel, más el riego de presiembra.

**Cosecha.-** La cosecha se realizó a los 120 días después de la siembra en forma manual. En la recolección del híbrido INIAP H-601, lo primero que se cosechó fue el progenitor masculino el cual se destinó para grano comercial, posteriormente se cosechó el progenitor femenino y se trasladó la materia prima desde La Teodomira hasta las Estación Experimental Portoviejo donde se encuentra la Unidad de Beneficio de Semillas y se realizó la recepción, pesaje y determinó la humedad con la cual ingreso cada material.

**Selección de mazorcas, secado y desgrane.-** Posterior a la recepción de la materia prima, se redujo la humedad de los granos hasta un 15-17% en los cuartos de secamiento a una temperatura de entre 35 y 40 grados centígrados, luego se hizo la selección manual de mazorcas eliminando aquellas afectadas por hongos, insectos, raquítics y vanas ya sea en forma parcial o total. Las mazorcas seleccionadas fueron desgranadas, cuyos granos pasaron al cuarto de secamiento con el objeto de reducir la humedad hasta el 14%, utilizando aire caliente forzado y alternado con aire natural.

**Beneficio de la semilla.-** Se efectuó utilizando la Maquina de Aire y Zarandas (MAZ), para eliminar impurezas, basuras, terrones, piedras; el proceso se complementó con un pase en la mesa de gravedad consiguiendo una semilla libre de impurezas, uniforme y de calidad. De cada material se tomaron muestras representativas del flujo de semillas de la mesa de gravedad, para el respectivo análisis interno como es tamaño de los granos, peso y prueba de germinación; para el análisis oficial de pureza y germinación se envió un kilo de semilla como muestra de cada material, que fue tomada por un funcionario del MAGAP, utilizando un calador con el cual se colecto muestras primarias de cada lote de semilla, para formar la muestra compuesta y ser enviada para su análisis a los laboratorios de AGROCALIDAD. Las semillas se almacenaron en lugares con ambiente controlado (cuartos fríos), para su conservación y posterior venta-entrega.

## Resultados

Con relación al híbrido H-601, se obtuvo 3580,00 kg de materia prima, con un rendimiento de semilla categoría certificada de 1012 kg, siendo el porcentaje de extracción de 28 %. La semilla para los análisis de calidad se encuentra en los laboratorios de AGROCALIDAD.

Lote del Híbrido H-603, El Inspector de Semilla del MAG, recomienda darlo de baja debido a la alta contaminación de las plantas por virosis.

La Estación Experimental Portoviejo, en el año 2020 realizó la venta de 1140 kilos de semilla categoría certificada de la variedad INIAP-543 QPM.

## Conclusiones

Dirección: Km 12 Vías Santa Ana, Cantón Portoviejo, Manabí  
Teléfono: (+593 5) 2420-317  
Email: portoviejo@iniap.gob.ec  
www.iniap.gob.ec



sembramos  
Futuro

Lenin



Debido a los diferentes problemas de plagas y enfermedades presentadas en la época seca, se debe planificar la siembra de los lotes para hibridación para fines del mes de mayo e inicio del mes de junio para evitar el ataque de trips vectores de virus. Además, se debe ajustar la planificación del área de siembra de acuerdo a la disposición del personal que labora como trabajador agrícola.

### **Producto 3. Producción de semilla de maní INIAP-380.**

#### **Actividad 1. Producción de 1500 kilos de semilla Certificada de maní INIAP-380.**

**Responsable:** M.Sc. Gloria Cobeña Ruiz

**Colaborador:** Ing. Ramón Solórzano Faubla

#### **Antecedentes**

En Ecuador según el INEC-ESPAC 2018 se sembraron 3502 ha del cultivo de Maní, su producción está concentrada en las provincias de Loja (1235 ha), Guayas (837 ha) y Manabí (796 ha), cuyas características están dadas por una precipitación que oscila entre 600 y 1000 mm, temperatura mínima de 22° a 27° C y luminosidad de 12 horas/día.

El Maní se siembra en extensiones considerables en la zona central y sur de Manabí, con buenos rendimientos 2,6 tm/ha. La variedad INIAP-380 de buena calidad y alto potencial de productividad, presenta como característica gran cantidad de vainas grandes, que la hacen solicitada por los agricultores. Este requerimiento se da para obtener semilla Certificada y abastecer la demanda de parte de agricultores de la zona.

#### **Objetivo**

Producir y beneficiar 1500 kilos de semilla de la categoría Certificada de la variedad de Maní INIAP-380.

#### **Metodología**

#### **Época lluviosa**

**Preparación del suelo.-** El lote destinado para la multiplicación de la semilla de la categoría Certificada de la variedad de Maní INIAP-380, se preparó del 13 al 17 de enero del 2020, realizando un pase de arado y 2 pases de rastra en forma transversal, ubicado en el Lote EEP-Guayacanes.

**Siembra.-** La siembra de 2,5 hectáreas se realizó el 23 de enero del 2020, utilizando para el efecto 270 kg de semilla de la categoría Registrada, proveniente del stock que mantiene el Departamento de Producción y Servicios de la EEP, se sembró a 0,40 m entre hileras y a 0,20 m entre plantas colocando 2 semillas por sitio. La semilla fue tratada con Vitavax 2 g + Thiodicarb 15 mL + Tiametoxam 3 ml/ kg de semilla respectivamente.



**Control de malezas.-** En preemergencia se utilizó una mezcla compuesta por los herbicidas Glifosato 2L + Amina 0,5 L/ha + Terbutrina 0,5 L/ha + Butaclor 2L/ha. Debido a la presencia de gramíneas y malezas de hoja ancha, a los 15 días de edad del cultivo se aplicó el herbicida selectivo para maní Imezetapyr en dosis de 1 litro por hectárea, se complementó con 2 deshierbas manuales a los 25 y 40 días después de la siembra.

**Manejo de insectos plagas.-** Se realizó un control fitosanitario en el desarrollo del cultivo, la aplicación se ejecutó a los 27 días después de la siembra con Lambdacialotrina 0,5 L/ha, para el combate de minador de la hoja, es de mencionar que la aplicación se efectuó con bomba accionada por motor.

**Fertilización.-** Se realizó dos aplicaciones foliares con Solufol 1 kg /ha, para corregir ciertas deficiencias de elementos menores

**Riegos.-** Si bien es cierto que el cultivo se lo realizó en la época lluviosa, se debe aclarar que debido a la falta de lluvias en la fase de floración y llenado de granos se proporcionó agua al cultivo mediante el sistema de riego por aspersión, obteniendo el agua del reservorio existente en la EE. Portoviejo, impulsada por una bomba de 6 pulgadas a diésel, fueron necesarios dos riegos.

**Cosecha.-** Una vez que el cultivo llegó a la madurez fisiológica se realizó el arranque de las matas de forma manual a los 115 días de edad, las cuales quedaron volteadas en el campo durante 10 días, para que se secaran. Con una humedad del 10% se procedió al despicado de las vainas la que se efectuó de manera manual posteriormente se trasladó la materia prima a la Unidad de Beneficio de Semillas de la EEP. Es de indicar que el 40% de las plantas de maní fueron afectadas por pudrición, debido a lluvias fuertes ocurridas en la fase de cosecha.

**Beneficio de la semilla.-** Registrado el peso y determinada la humedad de la materia prima, se procedió a realizar la recolección manual de las vainas separando las pequeñas, deformes, vanas, dañadas por insectos y aquellas vainas con evidencia de estar infectadas por hongos o bacterias. Posteriormente se envasó en sacos de 45 kilos y se colocó en los cuartos fríos.

## Resultados

Del lote destinado para la producción de semilla de la categoría Certificada, se obtuvo 1135 kilos de materia prima, de los cuales una vez efectuado el beneficio de la misma quedó como semilla 560 kilos, los análisis de calidad de semilla provisto por el Laboratorio de AGROCALIDAD, indican que no es apta para semilla debido al bajo porcentaje de germinación (79 %) y vigor (74 %), por lo que se realizó el trámite correspondiente a cambio de categoría es decir a comercial.

## Producto 4. Producción de Plantas

**Actividad 1.** Producción de 15000 plantas injertada de cacao de distintas variedades.

### Antecedentes

Dirección: Km 12 Vías Santa Ana, Cantón Portoviejo, Manabí  
Teléfono: (+593 5) 2420-317  
Email: portoviejo@iniap.gob.ec  
www.iniap.gob.ec



sembramos  
Futuro

Lenin



Según el INEC-ESPAC 2020, en el Ecuador existen sembradas 601.954 hectáreas de Cacao, de las cuales en Manabí están cultivadas 130.952 hectáreas, con una tendencia al incremento de la superficie sembrada además de la renovación de plantaciones; ante esta situación la EEP a través de DPS, planifico la siembra y obtención de 15000 plantas clónales de Cacao Nacional Fino de Aroma mediante el método de injertación, aprovechando el germoplasma existentes en los jardines clónales de la EEP.

## Objetivo

Producir 15000 plantas injertadas de Cacao Nacional Fino y de Aroma que cumplan con los estándares de calidad, de acuerdo a las Buenas Practicas Agronómicas establecidas en la acreditación de viveros, además de generar recursos económicos para la institución.

## Metodología

**Preparación del sustrato y llenado del sustrato.-** El sustrato utilizado para la producción de patrones estuvo compuesto de dos partes de suelo agrícola y una parte de arena gruesa de río, con la ayuda de palas de jardín este sustrato fue depositado en las fundas negras de polietileno de 10” de largo x 6” de ancho, perforadas en la base, luego fueron acomodadas en platabandas de cuatro fundas de ancho. Este sustrato que se encontraba dentro de las fundas fue desinfectado con Captan en dosis de 1 gramo/litro de agua, de inmediato se dejó tapado con plástico por espacio de 8-15 días.

**Recolección de mazorcas y siembra de patrones.-** La EEP. mantiene un jardín clonal con 50 plantas (450 m<sup>2</sup>) del Clon EET-400, material tolerante a enfermedades como el mal de machete (*Ceratocystis fimbriata*). Con la ayuda de una tijera de podar se cortan las mazorcas completamente maduras (de 5,5 a 6 meses de edad), visualmente sanas (sin daño de animales) y las más grandes. Estas mazorcas fueron trasladadas al vivero y se abrieron con la ayuda de un machete bien afilado, evitando el daño de la semilla. En las fundas conteniendo el sustrato desinfectado se abrieron hoyos superficiales donde se colocaron las semillas de manera acostada enterrándolas con una capa delgada de sustrato.

**Riego.-** En verano el riego se realiza de acuerdo a las condiciones de humedad del sustrato y de la cantidad de horas sol que se presenten, generalmente se realizan dos riegos por semana, hasta los 9-10 meses de edad de las plantas que estuvieron listas para la venta.

**Fertilización.-** La fertilización a las plantas para patrones se inició a los 30 días, aplicando fertilizantes como: Yaramila Complex en dosis de 5g/planta, posteriormente se aplicó cada 15 días hasta los tres meses de edad. Una vez que la planta-patrón fue injertada se aplicó en frecuencia mensual hasta los seis meses de edad que están lista para la comercialización

**Control de plagas y enfermedades.-** El control de insectos se realizó de acuerdo a la presencia de estos; para gusano cogollero o gusano de hojas se utilizó el insecticida Conquest en dosis de 2 cc/l de agua y para el pulgón Thiametoxam en dosis de 1cc/l de agua. En época lluviosa para la incidencia de enfermedades como antracnosis y Phytophthora se realizaron aplicaciones de fungicidas a base de Cobre en dosis de 15g/l de agua.



**Control de malezas.-** La eliminación de malezas presentes en las fundas se realizó manualmente cada 60 días, sacándolas directamente de la raíz. Las malezas presente en los bordes y contorno del vivero fueron controladas con Verdict 5cc + Sinolex 5cc por litro de agua.

**Injertación.-** Cuando los patrones tuvieron una edad de tres a cuatro meses y poseían un diámetro mayor a 5mm (similar al grosor de un lápiz) las plantas estaban listas para iniciar la injertación, para lo cual se obtuvieron varetas de los jardines clónales que mantiene la EEP y recomendados por el Programa de Cacao como: EET-19, EET-62, EET-95, EET-96, EET-103, EET-575 y EET-576.

**Método de injertación.-** El método de injertación que se utilizó fue el de púa lateral, Para realizar esta clase de injerto se colectaron varetas que tenían color café en la parte superior y café verdoso en la parte inferior. Al patrón se lo despuntó y se eliminaron las hojas basales, se desinfectó con un algodón empapado en alcohol al 70% y se le realizó un corte en bisel; a la vareta se le cortó porciones que contengan tres o cuatro yemas, en la parte basal de la vareta se realizó un corte en bisel a ambos lados, se colocó la vareta en el corte realizado en el patrón y se amarró con cintas de plástico cortadas de fundas de polietileno comercial. La vareta debe tener el mismo grosor que el patrón.

**Eliminación del plástico.-** Cuando se inició la brotación de las yemas de la vareta alrededor de 22 días después de la injertación se procedió a retirar la cinta de plástico que la cubre.

**Corte del patrón y educado de plantas.-** Esta labor se realizó después de un mes cuando las hojas nuevas estuvieron completamente desarrolladas; el patrón se cortó dos centímetros por encima del injerto, se selló la herida con una pasta realizada a base de un fungicida cúprico en dosis de 15 gramos por litro de agua. Los chupones laterales del patrón fueron eliminados cada vez que brotaban. Las plantas estuvieron listas para la venta (trasplantadas al campo) después de tres meses, cuando las primeras hojas estuvieron completamente endurecidas-maduras.

**Resultados**

En el año 2020 ante la demanda de plantas clónales de cacao, se programó producir 15000 plantas injertadas con los siguientes materiales EET-19, EET-95, EET-96, EET-103, EET-575, EET-576, como se detalla en la tabla 1.

**Tabla 1. Saldo a diciembre del 2019, número de plantas injertadas, vendidas y en stock del año 2020 por Clon.**

CLON	SALDO A DICIEMBRE 2019	INGRESADAS A STOCK 2020	VENDIDAS EN 2020	SALDO A DICIEMBRE 2020
EET 103	2600	7898	9098	1400
EET 575	1986	540	1831	695
EET 576	1973	0	1521	452



EET 19	1436	1280	2716	0
EET 95	2347	1500	3847	0
EET 96	1214	2300	3514	0
EET 62	0	1540	1540	0
<b>TOTAL</b>	<b>11556</b>	<b>15058</b>	<b>24067</b>	<b>2547</b>

Adicionalmente, se puede indicar que durante el año 2020 se vendieron 24067 plantas de cacao injertadas como se puede observar en la tabla 1, lo que representa un valor de ventas de \$ 16.846,90, en los meses que existió mayor demanda de plantas de cacao fue en enero, febrero, marzo y diciembre (Figura 1) y el material mayor demandado fue el EET-103, seguido del EET-95 y EET-96 (figura 2).

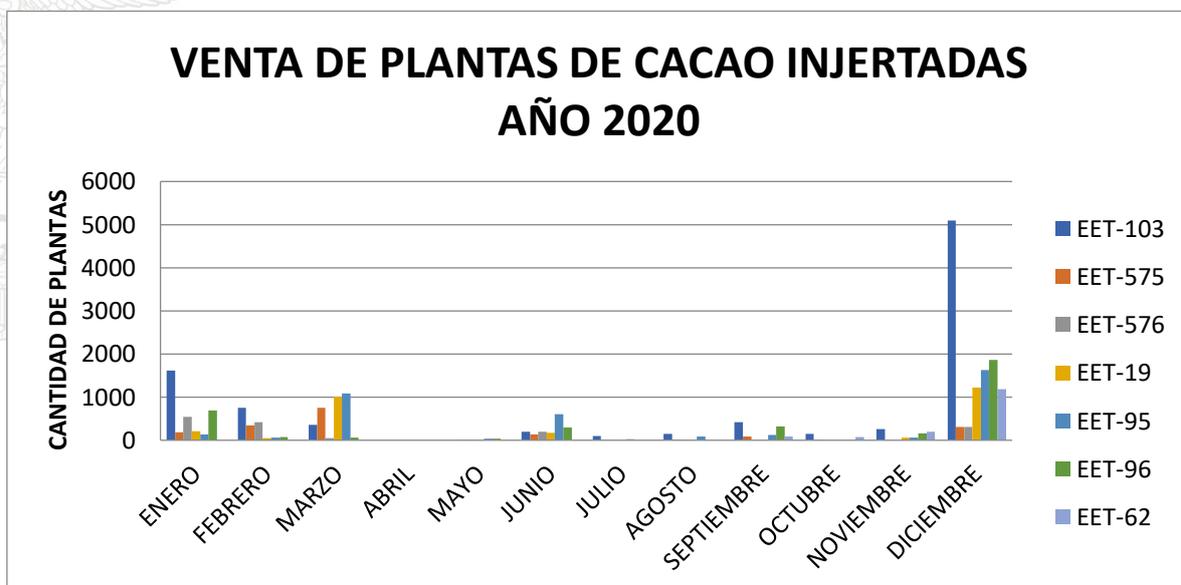
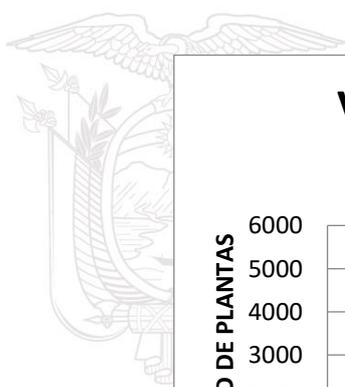


Figura 1. Venta de plantas de cacao por mes durante el año 2020.



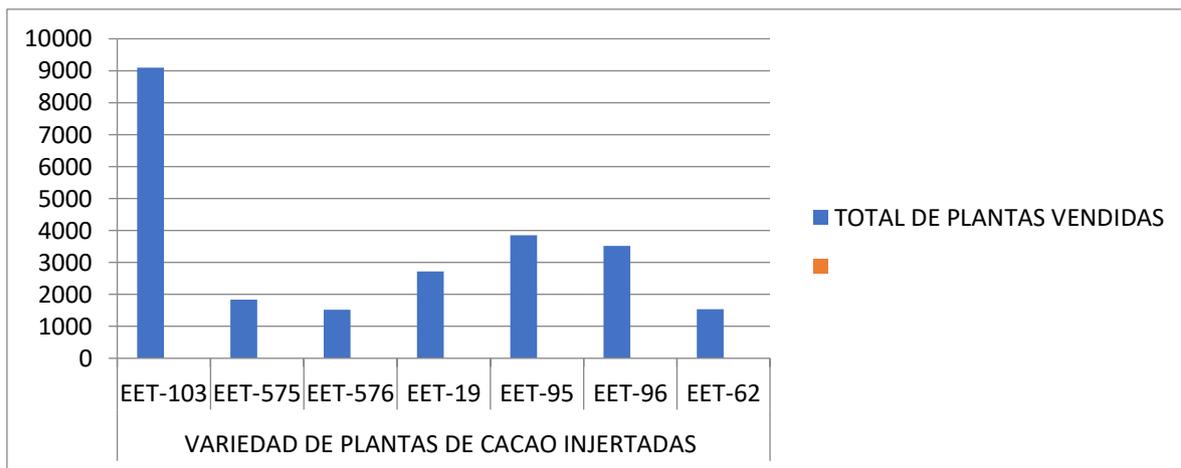


Figura 2. Material de cacao mayormente vendido en el año 2020

## Producto 5. Producción de cacao comercial

### Actividad 1. Producción de 5000 kilos de cacao comercial.

Durante el año 2020, se dio mantenimiento agronómico a la plantación de cacao (riego, fertilización, podas fitosanitarias, control manual y químico de malezas), lo que permitió cosechar mazorcas de cacao, que luego de ser extraída las almendras y beneficiadas las mismas, se alcanzó la cantidad de 5084,16 kilos de grano seco comercial, ingresando un valor de \$ 11.216,42 dólares.

## Producto 6. Producción de semilla de maracuyá

### Actividad 1. Producción de 5 kilos de semilla seleccionada de maracuyá INIAP-2009.

#### Antecedentes

Según el INEC-ESPAAC 2019, actualmente se siembran en el Ecuador 10.013 hectáreas de Maracuyá entre monocultivo y asociado, cuya producción está destinada al consumo en fresco y para la industria que elabora concentrados para la exportación y la utilización de los residuos de los cuales se obtienen alimentos para la ganadería.

#### Objetivo

Producir y beneficiar 5 kilogramos de semilla de la categoría Seleccionada de la variedad de Maracuyá INIAP-2009.

La plantación de 0,15 ha de maracuyá se realizó en abril del 2020 y se realizaron las siguientes labores agrícolas de mantenimiento del cultivo.

**Control de malezas.**- El combate de malezas se lo ha realizado de forma manual y mecanizada utilizando machetes y motoguadañas, ejecutando esta labor mensualmente, totalizando 7 deshierbas.

**Manejo de insectos plagas.-** Se han realizado 4 controles fitosanitarios en el desarrollo del cultivo utilizando Fullmectin en dosis de 1.5 ml/l de agua y Macht 50 EC 0,3 l/ha, con bomba accionada por motor.

**Poda.-** Cada 15 días, cuando las guías laterales se topaban con la guía de la planta vecina se realizaba la poda, así mismo, las guías que se encontraban próxima a llegar al suelo se las podaba a una altura de 30 cm antes de llegar al suelo; la poda productiva se realizaba eliminando las ramas que ya cumplieron su ciclo la cual se efectúa 2 yemas debajo de la inserción con la guía principal, de donde saldrán nuevas ramas productoras. Es necesario eliminar los sarcillos que aparecen en la planta los cuales provocan el ahorcamiento de ramas y tallos.

**Riegos.-** En la época seca el riego fue suministrado en los ruedos acondicionados en cada planta, para lo cual se utilizó un vehículo, tanque y manguera, se suministraron 14 riegos (dos riegos mensuales).

**Cosecha.-** la cosecha se realizó recolectando las frutas que cumplieron la madurez Fisiológica y reunían las mejores características en cuanto a forma, tamaño, color, visualmente libre de plagas y enfermedades y las frutas evidenciaron el color amarillo propia de la variedad, se colocaron en gavetas y se trasladaron al laboratorio de la planta de beneficio donde se realizó el proceso de extracción de semilla.

**Beneficio.-** Las frutas seleccionadas fueron partidas con un cuchillo y se les extrajo el mucilago el cual contiene las semillas, descartando aquellas que presentan semillas pequeñas, deformes, color no apropiado y cuya corteza tenga más de 1 cm de ancho. Para separar el mucilago de las semillas se utilizó una licuadora la que se accionaba intermitentemente varias veces a bajas revoluciones y con el uso de un cedazo se separaba el jugo de las semillas, las mismas que fueron colocadas en un balde con agua y se eliminaban las que flotaban por ser vanas, luego de dar tres lavadas con agua hasta que desprendan en su totalidad el mucilago.

Posteriormente, la semilla fue extendida en papel y se la dejó secar por 48 horas al ambiente y bajo sombra, luego se seleccionaron a mano y se eliminaron las pequeñas, deformes, dañadas por la licuadora, las que tenían color diferente y algún rastro de mucilago seco que se quedó adherido a las semillas, luego fueron envasadas en fundas de papel y llevadas al cuarto frío para su conservación y posterior venta.

## Resultados

De los 723 frutos cosechados, se obtuvieron 7,06 kilos de semilla seleccionada, la cual está siendo comercializada a los productores de Maracuyá del país, el gramo tiene un costo de \$ 1,00 dólar y cada gramo contiene aproximadamente 30-35 semillas. Durante el año 2020 se han comercializado 3319 gramos, lo que representa un ingreso de \$ 3319,00 dólares

## OTRAS ACTIVIDADES



**Dpto. de Producción y Servicios.**

Dentro de las actividades del Departamento de Producción y Servicios de la EEP, consta la venta de productos comerciales como soya, maíz duro y maní (tabla 2) y otros frutos como plátano, maracuyá, mango, tamarindo, naranja, tangor, limón, yuca, camote y fréjol de palo (tabla 3).

Tabla 2. Venta de granos comerciales

MES	MATERIAL	VARIEDAD	CATEGORIA	KILOGRAMOS	VALOR USD
ENERO	SOYA	INIAP-307	GRANO COMERCIAL	450,00	301,50
FEBRERO	MAÍZ DURO	H-603	GRANO COMERCIAL	720,00	180,00
FEBRERO	MAÍZ	QPM I-543	GRANO COMERCIAL	3.240,00	842,40
JUNIO	MAIZ	H-601	GRANO COMERCIAL	117,50	31,73
JUNIO	MAIZ	H-603 MACHO-BASICA	GRANO COMERCIAL	38,30	10,34
JUNIO	MAIZ	H-601 MACHO BASICA	GRANO COMERCIAL	54,05	14,59
JUNIO	MAIZ	S.P	GRANO COMERCIAL	511,10	92,00
AGOSTO	MAIZ DURO	INIAP H-603	GRANO COMERCIAL	49,00	8,33
AGOSTO	MAIZ DURO	PARENTAL HEMBRA INIAP-601 (LP3A)	GRANO COMERCIAL	89,55	15,22
SEPTIEMBRE	MAÍZ	DURO	GRANO COMERCIAL	762,90	137,32
SEPTIEMBRE	MANI	INIAP-380	GRANO COMERCIAL	370,00	362,60
DICIEMBRE	MAIZ	H-601	COMERCIAL	1.318,00	408,58
DICIEMBRE	MAIZ	INIAP-543 QPM	COMERCIAL	1.045,00	240,35
DICIEMBRE	MANI	I-380	COMERCIAL	247,50	495,00
DICIEMBRE	MAIZ DURO	PARENTAL MACHO INIAP-601 (LI4)	GRANO COMERCIAL	801,75	248,54
TOTAL				9.814,65	3.388,50

Tabla 3. Venta de frutos, raíces y tubérculos



<b>Productos Comerciales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor USD.</b>
Plátano (racimos)	276,00	\$ 444,00
Maracuyá (cientos)	134,50	\$ 393,75
Camote (kg)	247,82	\$ 75,18
Yuca (kg)	5282,45	\$ 419,66
Fréjol de palo (kg)	359,40	\$ 155,06
Naranja Olinda Valencia (cientos)	457,00	\$ 891,50
Tangor (cientos)	11,00	\$ 22,00
Limón (cientos)	1516,50	\$ 892,45
Mangos (cientos)	353,00	\$ 1.040,75
Tamarindo (kg)	483,44	\$ 148,40
<b>Total de ventas de productos comerciales</b>		<b>\$ 4.482,75</b>





**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**



**PROGRAMA DE CACAO Y CAFÉ**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2020**



## INFORME ANUAL 2020

1. **Programa:** Cacao y Café Estación Experimental Portoviejo
2. **Director de la Estación Experimental:** Ing. Eddie Ely Zambrano Zambrano
3. **Responsable Programa:** Ing. Geover Peña Monserrate
4. **Equipo técnico multidisciplinario I+D:**

### Programa Nacional de Cacao y Café

Dr. Gastón Loor (EETP)  
 Ing. Ignacio Sotomayor Cantos (EETP)  
 Ing. Luis Plaza (EETP)  
 Ing. Hilton Guerrero (EETP)  
 Ing. James Quiroz (EELS)

### Sección Departamento Nacional de Protección Vegetal-EEP

Dr. Ernesto Cañarte (EEP)  
 Ing. Bernardo Navarrete (EEP)  
 Ing. Alma Mendoza (EEP)

### Sección Sistemas Agroforestales

Ing. Ricardo Limongi (EEP)

### Sección Transferencia de Tecnología

Ing. Benny Avellán (EEP)

### Sección Planificación

Ing. Andrea Álava (EEP)

5. **Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo
6. **Proyectos:** Emprendimiento femenino en la multiplicación de plántulas de combinaciones de patrón y clones de cacao con características de tolerancia al déficit de agua. CONVENIO: “PRODUCCIÓN ECOLÓGICA, COMERCIO JUSTO Y CONSUMO RESPONSABLE, ECUADOR”, CÓDIGO 18-CO1-0928
7. **Socios estratégicos para investigación:**

Ministerio de Agricultura y Ganadería  
 Universidad Técnica de Manabí – Facultad de Ingeniería Agronómica  
 Corporación Fortaleza del Valle  
 Fundación Maquita

### 8. Publicaciones:

Dirección: Km 15 Vía Guano, Cantón Portoviejo, Manabí  
 Teléfono: (+593 5) 2420-317  
 Email: portoviejo@iniap.gob.ec  
 www.iniap.gob.ec

### Artículos científicos.



sembramos  
Futuro

Lenin



José Pico-Mendoza, Miryan Pinoargote, Luis Madrid, Juan Flor, Janner Álava, Gema Sancán, Carrasco Basilio, Ricardo Limongi, **Geover Peña**, Karla Quiroz (2020). Germination capacity of *Annona deceptrix* (westra) h. rainer (annonaceae) an endemic and endangered species in Manabí, Ecuador. *Indian Journal of Agricultural Research*, 54(3), 329-335. DOI: 10.18805/IJARE.A-481

Monteros-Altamirano, A., Paredes, D., Buitrón-Bustamante, J., Tapia, C., y **Peña, G.** (2020). Genetic diversity of sweet potatoes [*Ipomoea batatas* (L) Lam.] in Ecuador. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-14. Publicado: 05 agosto 2020. DOI: 10.1007/s10722-020-00987-4.

## Libros

Naranjo, E .; Rosero, L .; Tapia, C .; Monteros-Altamirano, A .; Tacán, M., Lima, L .; **Peña, G.**; Paredes, N .; Villarroel, J. (2020). Ecuadorian catalogue of wild species related sweetpotato, rice, lima bean, potato, eggplant. INIAP. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos. Estación Experimental Santa Catalina. Publicación miscelánea No. 455. Mejía-Ecuador. INIAP-Global Crop Diversity Trust. 24p. Publisher: April 2020, Global Crop Diversity Trust ISBN: 978-9942-22-426-2

## Participación en evento de difusión científica, técnica o de difusión:

Geover Peña Monserrate. (2020). Encuentro virtual “Cooperación Sur-Sur entre organizaciones de productores: mecanismo de ahorro y soluciones para el financiamiento. Realizado el día 29 de mayo de 2020. Duración 2 horas. Quito, 29 de mayo de 2020.

Geover Peña Monserrate. (2020). Encuentro virtual Comunicación rural: TIC y medios comunitarios al servicio de la agricultura familiar frente a la crisis” realizado el día 16 de junio de 2020. Duración 2 horas. Quito, 16 de junio de 2020

Geover Peña Monserrate. (2020). Has attended the following Elsevier, 1er Encuentro Académico Virtual / Ecuador at Se certifica su participación durante toda la semana (22 al 26 de Junio), on Monday 22 June, 2020 Presented by Karen Angulo, Customer Consultant, Melita Pérez, Customer support.

Geover Peña Monserrate. (2020). Webinar: “Frutales amazónicos y su importancia en el escenario actual”, dictado por Yadira Vargas MSc, Programa de Frutales Estación Experimental Central Amazonía.

Geover Peña Monserrate. (2020). Webinar: “Frutales amazónicos y su importancia en el escenario actual”, dictado por Yadira Vargas MSc, Programa de Frutales Estación Experimental Central Amazonía. Quito, 15 de mayo 2020.

Geover Peña Monserrate. 2020. Webinar: Control Biológico en Ecuador. Duración 1 hora. Quito, 8 de mayo de 2020.

## 9. Propuestas presentadas:

Dirección: Km 12 Vías Santa Ana, Cantón Portoviejo, Manabí  
Teléfono: (+593) 5 2420-317  
Email: portoviejo@iniap.gob.ec  
www.iniap.gob.ec

### Propuesta 1.



sembramos  
Futuro

Lenín



**Título:** Emprendimiento femenino en la multiplicación de plántulas de combinaciones de patrón y clones de cacao con características de tolerancia al déficit de agua. Convenio: “producción ecológica, comercio justo y consumo responsable, Ecuador”, código 18-co1-0928

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: UTM-INIAP

Fecha de inicio: Junio 2020

Fecha de finalización: Diciembre 2021

Responsables: Dr. Ramón Jaimez, Ing. Geover Peña

Equipo multidisciplinario: Ramón Jaimez, Geover Peña, Francisco Arteaga, George Cedeño,

Presupuesto: USD 31600

Duración proyecto: 240 días

Estado: Aprobado

**10. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:**  
(Describir los hitos o actividades que se han ejecutado en el año por el programa o departamento independientemente de la fuente de financiamiento)

**Actividad 1:** Seleccionar y recolectar accesiones de cacao tipo nacional en fincas de productores en la Provincia de Manabí con fines de conservación, selección y desarrollo.  
**Responsable:** Geover Peña Monserrate (EEP).

**Colaboradores:** James Quiroz Vera (EELS); MAG; CONSORCIO “LA MINGA DEL CACAO”

### Antecedentes

El Cacao (*Theobroma cacao* L.) es un árbol nativo de los bosques húmedos de América del Sur. Se estima que el centro de origen del cacao se encuentra localizado en los bosques tropicales de la Región Amazónica de Perú, Colombia y Ecuador, debido a la alta diversidad genética que ha sido reportada en estos sitios (Chesman, 1944 y Cuatrecasas, 1964). Esta diversidad comprende un gran conjunto de poblaciones con un origen genético y grado evolutivo, que ocupan un nicho ecológico específico con aparente centro de origen en la cuenca alta del Amazonas (Quiroz, 2002).

Esta diversidad juega un rol importante en los procesos de conservación de los recursos genéticos vegetales tanto nativos como mejorados, ya que estos representan la materia viviente que puede propagarse sexual o asexualmente, que tiene un valor actual y potencial para la alimentación y la agricultura. Así mismo en su utilización como fuente de genes para programas de mejora genética y en la comprensión de estudios taxonómicos, elaboración de mapas genéticos y la secuencias de genes (Motamayor, 2002).



El estado ecuatoriano a través de Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) sintiendo la preocupación del sector cacaotero del país ha emprendido un importante proyecto para el rescate de zonas productoras de cacao fino de aroma, por consiguiente pone en marcha el Proyecto Reactivación de Café y Cacao como estrategia para mejorar la productividad y competitividad en ambos sectores, identificando una gran diversidad de árboles con características deseable para la utilización en programas de conservación y mejora genética. En este sentido el INIAP considera de alta importancia el rescate de materiales de cacao nacional puro, para la conformación de colecciones que permitan garantizar su conservación, investigación y posterior desarrollo en las condiciones de Manabí.

Con estos antecedentes se propone con este trabajo, realizar la conservación y estudio de materiales de cacao de tipo nacional, cuyas accesiones se implementaran en una colección que servirá de base para procesos de conservación y mejora genética en la Estación Experimental Portoviejo.

## Objetivos

### General.

Conservar y caracterizar genotipos de cacao nacional adaptados a la provincia de Manabí y su utilización en programas de mejoramiento genético para la obtención de nuevos materiales con características de interés comercial.

### Específico.

1. Conservar y mantener en campo genotipos de cacao tipo Nacional colectados en diversas zonas cacaoteras de Manabí.
2. Caracterizar morfológicamente, genéticamente y evaluar el comportamiento agronómico, fitosanitario, productivo y organoléptico de los materiales recolectados y establecidos en campo a modo de colección *ex situ*.
3. Establecer una base genética para realizar trabajos de mejoramiento genético en cacao para la selección de materiales superiores y adaptados a las zonas cacaoteras de Manabí.

## Metodología

### Caracterización morfológica *ex situ*.

En base a las características específicas de la variedad de cacao fino de aroma a continuación se describe una lista mínima de descriptores para la caracterización *in situ*.

### Arquitectura de la planta



Expresada como la observación del ángulo de las ramas del árbol con relación a un eje central hipotético: Erecta, menor de 90°; intermedia, de 90 a 135°; y, péndulos, mayor de 135°.

- 1 = Erecta (< 90°)
- 2 = Intermedia (de 90 hasta 135°)
- 3 = Pendulosa (> 135°)

### **Intensidad de floración**

Se registrará por entrada la intensidad de floración en base a la siguiente escala.

- 0 = Escasa (0 - 30%)
- 3 = Moderada (31 - 60%)
- 5 = Abundante (61 - 100%)

### **Intensidad de antocianina en el filamento estaminal**

Se registra la intensidad de pigmentación de acuerdo a la siguiente escala:

- 0 = Ausencia (Blanco)
- 3 = Ligeramente pigmentado
- 5 = Pigmentación intermedia
- 7 = Pigmentación intensa (Rojizo)

### **Color del fruto maduro**

Se registra de acuerdo a la siguiente escala:

- 1 = Amarillo
- 2 = Anaranjado
- 3 = Rojo

### **Número de mazorcas sanas**

Se registró el número total de frutos sanos al momento de la colecta.

### **Número de mazorcas enfermas**

Se registró el número total de frutos enfermos al momento de la colecta.

## Presencia de escoba de bruja vegetativa

- 1 = Ausencia
- 2 = Ligero presencia de ataque
- 3 = Ataque Intermedio
- 4 = Presencia de un fuerte ataque

## Análisis estadístico de la caracterización *in situ*

### Matriz de similitud, distancia y estructura taxonómica

Utilizando el paquete estadístico del software estadístico *Infostat* versión 2018, se realizó el análisis de agrupamiento utilizando la distancia de Gower (1967) donde se estimó la similitud taxonómica entre cada par de entradas. Se calculó con el siguiente coeficiente de asociación:

$$S_{ij} = \sum s_{ij}/n$$

Dónde:

$s_{ij}$  = coeficiente de asociación entre las entradas  $i$  y  $j$   
 $n$  = número de caracteres cualitativos

Luego se transformará en una matriz de distancia ( $D1$ ), mediante el complejo  $S_{ij}$ :

$$D1_{(i,j)} = (1-S_{ij})$$

Además se calculará una Matriz de Distancia Euclidiana al cuadrado:

$$D2_{(i,j)} = \sum (X_{ki} - X_{kj})^2/n$$

Dónde:

$X_{ki}$  = registro estandarizado del carácter  $k$  en la entrada  $i$

$X_{kj}$  = registro estandarizado del carácter  $k$  en la entrada  $j$

Dando la matriz final:

$$D = (n1D1 + n2D2) / (n1 + n2)$$

La estructura taxonómica de las entradas se analizó por medio del agrupamiento jerárquico de Ward (1963). La elección del número de grupos de entradas se hará con el criterio frecuentemente utilizado trazando la línea de referencia a una distancia igual al 50% de la distancia máxima (*Infostat*, 2018), utilizando el procedimiento CLUSTER del software estadístico *Infostat* Versión 2018.

## **Establecimiento y manejo de la colección ex situ de cacao tipo Nacional.**

### **Conservación y manejo de la colección denominada Centenario**

Esta colección se encuentra establecida en predios de la Estación Experimental Portoviejo, lote Experimental La Teodomira, localizada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana, provincia de Manabí, bosque seco tropical, topografía plana, suelo franco arcilloso, con temperaturas promedios de 26,4°C, precipitaciones medias de 851,57mm y una humedad relativa de 81%, ubicada geográficamente a: 01°16'40'' de latitud sur y 80°38'27'' de longitud oeste, a 47 msnm<sup>4</sup>. La unidad experimental está formada por 5 plantas a una distancia de 4 x 3 m.

La poda de formación se realizó de manera oportuna, es decir dos a tres meses antes de la época lluviosa, con el objetivo de disminuir la incidencia de enfermedades y favorecer el desarrollo de las mazorcas, finalmente se realizó la eliminación de chupones ortotrópicos mensualmente (Carvajal, y Solórzano, 2010).

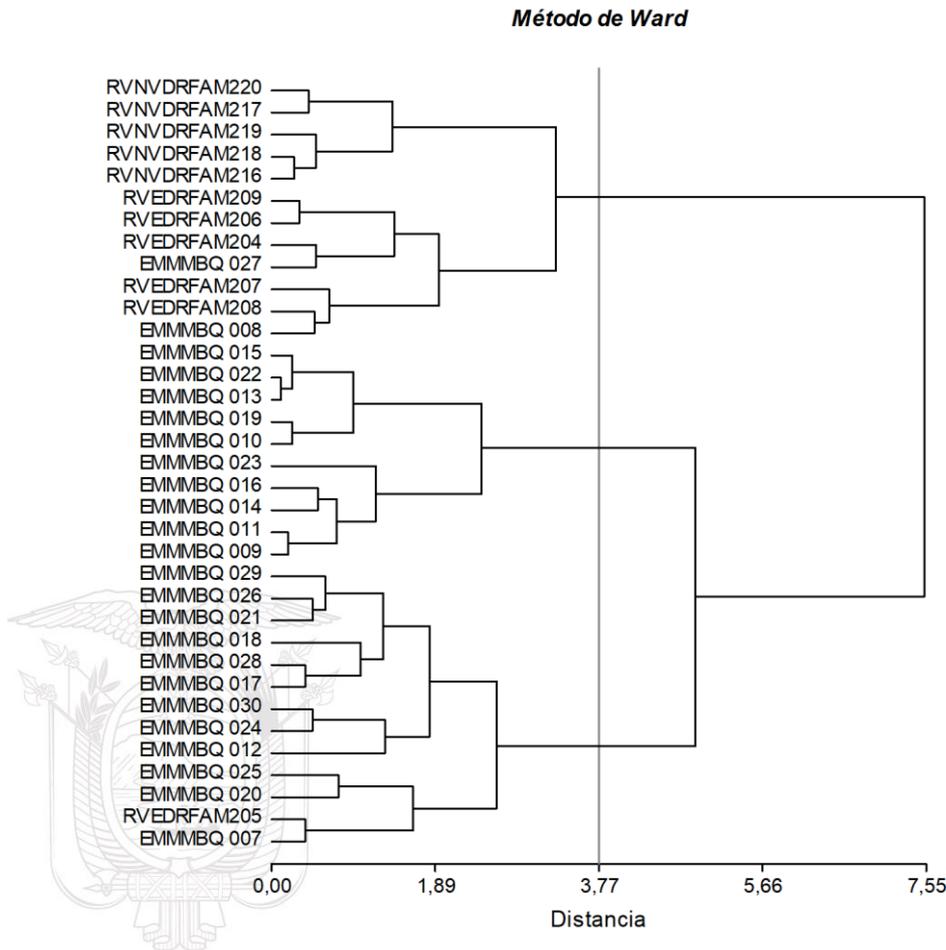
Se realizaron controles de maleza con Motoguadaña y de acuerdo a los requerimientos del experimento, además aplicaciones químicas, utilizando un herbicida post-emergente para gramíneas, aplicando de 100 a 150 cc/bomba + 50 cc/bomba de amina, previo a esto se realizaron 10 deshierbas manuales en corona alrededor de las plantas de cacao.

### **Resultados**

En los predios de la EE-Portoviejo se mantiene en campo la colección de cacao Nacional denominada Colección de Cacao Nacional Centenario (CCNC), con 50 accesiones provenientes de los cantones de Bolívar con 21 accesiones que representa el 42% y Flavio Alfaro con 29 accesiones representando el 58% restante.

De las 50 accesiones establecidas en campo se logró realizar la caracterización de 35 accesiones, utilizando el paquete estadístico *InfoStat* versión 2008, en el cual se obtuvo como resultado mediante el método jerárquico de Ward (1963) y actuando sobre la matriz de distancia de Gower (1967) el agrupamiento de las 35 accesiones, definiendo así tres grupos principales. El primer grupo conformado por 12 accesiones mismo que representa el 34% de los cuales 11 provienen del cantón Flavio Alfaro y una accesión del cantón Bolívar, el segundo grupo con 10 representando así el 29%, estas provienen del cantón Bolívar, finalmente el grupo tres con 13 accesiones representan el 37% y son accesiones provenientes del cantón Bolívar. (Figura 1).





**Figura 1.** Fenograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward de las 35 accesiones de la Colección de Cacao Nacional Centenario, basado en distancia de Gower (1967).

**Conclusiones**

La caracterización morfológica *ex situ*, permitió conocer la variabilidad genética de las accesiones en estudio, facilitando así la identificación de materiales con grados de similitud y disimilitud para futuros trabajos de mejoramiento genéticos.

**Recomendación**

Utilizar en futuras caracterizaciones *ex situ* mayor número de descriptores, para obtener mayor poder discriminativo en el estudio de la variabilidad genéticas de la colección a nivel *ex situ*

Continuar con las exploraciones y colectas en provincias donde se ha reportado la presencia de esta especie, para ampliar la colección; esto contribuirá en cierta medida a evitar la pérdida de la variabilidad y para utilizarlos como fuente de obtención de algunos



caracteres de importancia. Registrar en forma completa la información de Datos Pasaportes utilizando formatos estandarizados en futuras colectas.

### Referencia

Quiroz, J. (2002). Caracterización molecular y morfológica de genotipos superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) nacional de Ecuador.- Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas. Tesis (Mg. Sc). CATIE.

INIAP. (2004). Informe Técnico Anual. Programa de Cacao y Café. Estación Experimental Portoviejo. Manabí. EC. 20p.

Motamayor, J. C., Risterucci, A. M., Lopez, P. A., Ortiz, C. F., Moreno, A., y Lanaud, C. (2002). Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity*, 89(5), 380.

Loor, R., Casanova, T. y Plaza, L. (2016). Mejoramiento y homologación de los procesos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. Eds. Publicación Miscelánea No. 433, 1ª ed. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), EET-Pichilingue, Mocache, Ecuador. 103 p. ISBN: 978-9942-22-103-2

Engels, J. (1980). Sistemas de información para centros de recursos genéticos. Turrialba, Costa Rica: CATIE 65p.

**Actividad 2:** Comportamiento de clones de cacao (*Theobroma cacao* L) bajo tres frecuencias de riego en sistema agroforestal en el valle del río Portoviejo (EEP).

**Responsable:** Geover Monserrate Peña (EEP).

**Colaboradores:** Ricardo Limongi Andrade (Programa de Agroforestería), Ramón Jaimez (Universidad Técnica de Manabí), Ignacio Sotomayor Cantos (Programa de cacao-EETP)

### Antecedentes

El cacao (*Theobroma cacao* L), es un producto de gran importancia desde el punto de vista económico, social y ecológico para el Ecuador, como rubro importante de exportación, generador de divisas y empleo rural; estimándose que para el año 2013 Manabí aportaba con el 23,2% de la producción nacional de cacao fino de aroma (Melo, 2013). Sin embargo, la productividad alcanza apenas los 5 qq/ha/año, debido a factores limitantes como alta variabilidad del germoplasma en uso, establecimiento en sitios y condiciones climáticas y de suelos inadecuados, deficiente manejo del cultivo en cuanto a enfermedades, fertilización, podas, riego, suplementarios y sombra.



Tanto la luminosidad como el agua son factores de riesgos para la actividad cacaotera, por lo que sus variaciones podrían constituirse en limitantes; por estos motivos cobra importancia el régimen de lluvia y su distribución. Este cultivo para satisfacer sus necesidades hídricas requiere anualmente entre 1200 a 1500 mm de agua bien distribuidos en el año con volúmenes mensuales de alrededor de 100 mm (Motato y Cedeño, 2010). El valle del río Portoviejo no presenta estas disponibilidades, con una precipitación media anual de 851,57 mm, concentrados en cuatro meses del año, con lo cual existe un déficit considerable que debe ser compensado por riegos suplementarios durante la época seca, sin embargo en Manabí, es una tecnología que no se ha llegado a consolidar, ya que solo 1,2% de la superficie cacaotera recibe riego en época seca (Motato, et al., 2009), siendo este método el más empleado debido a su bajo costo y facilidad. Las condiciones vulnerables de la planta de cacao a fenómenos extremos de sequía se presentan en las etapas iniciales de establecimiento y afectan negativamente el crecimiento.

En zonas tropicales de Ecuador, se han adelantado trabajos a nivel experimental y comercial con cacao bajo riego. Los resultados en el incremento de producción han sido variables entre 40 y 100% (Freire, 1993; Siqueira, Sena, Dias y Souza, 1996). Por otra parte Días, 2001; evaluó el comportamiento del cultivo de cacao a la aplicación de riego por goteo en la época seca y encontraron que cuando se restituyó entre 75 y 100% del agua perdida en los primeros 30 cm del suelo, el rendimiento fue 28% más alto que cuando se restituyó 0 y 50% de agua perdida por evapotranspiración.

Por otro lado el cacao es una especie sensible a la intensidad lumínica, situación que puede provocar defoliación de las puntas de las ramas, y aumentar la acción de insectos chupadores que intensifican su actividad debido a un inadecuado sombreado (Quiroz, 2010). Así mismo por sus características genéticas requiere de ciertos niveles de sombra para su normal desarrollo (Enríquez, 2010), está asociado a un proceso de producción agroforestal en forma secuencial, donde los productores usan diferentes estrategias para reducir los riesgos y aportar a la economía de las familias. Además, incorporan más de un producto en los segmentos del mercado y privilegian la conservación de la biodiversidad, favoreciendo el incremento de poblaciones de flora y fauna (Quiroz, 2010; Limongi y Solórzano, 2011).

Los sistemas agroforestales, representan una forma de uso de la tierra donde en una misma unidad de producción se asocian árboles (frutales, leguminosas, productores de resinas, palmas, maderables), con cultivos anuales y permanentes que han demostrado su capacidad de compatibilizar producción agrícola, rentabilidad y servicios ambientales (Agudelo y Grisales, 2000; Limongi y Solórzano, 2011). Además, han sido señalados por su potencial de reducir las consecuencias negativas del efecto invernadero a través de la fijación y almacenamiento del carbono (Ortiz, et al., 2008).

Una de las especies más utilizadas por los productores es el laurel (*Cordia alliodora*), se halla mezclado con otros árboles frutales o maderables en los cacaotales del país, debido a su estructura foliar mediana y copa angosta que no se vuelca, además de su valor comercial como madera, presenta numerosas ventajas que lo hacen muy prometedor como árbol de sombra: crecimiento rápido, tronco recto, sistema radicular profundo, la copa ocupa poco espacio y con una alta producción de hojas se auto poda, eliminando ramas viejas (Quiroz, 2010). El mismo autor señala que se han encontrado especies



frutales como la naranja (*Citrus sinensis*), proporcionando una asociación aceptable durante los primeros años del cacao y una fuente de ingreso económico adicional.

El INIAP, por medio del Programa Nacional de Cacao y Café, presenta un grupo de clones mejorados desarrollados bajo condiciones del Trópico Húmedo (Amores, et al., 2009); sin embargo, su uso se ha extendido a otras áreas, como el trópico seco de Manabí, principalmente las cuencas bajas del Carrizal-Chone y Portoviejo. Bajo estas consideraciones, su evaluación siempre ha sido enfocada hacia el rubro (INIAP 2004), conociéndose muy poco de sus interacciones y su productividad bajo riegos y en sistemas agroforestales y la determinación de costos de producción.

## Objetivos

### General.

Desarrollar tecnologías de producción en cacao bajo riego, en sistema agroforestal para las condiciones del valle rio Portoviejo.

### Específicos.

1. Evaluar el comportamiento de ocho clones de cacao bajo el efecto de tres frecuencias de riego.
2. Evaluar el comportamiento agronómico de árboles de laurel como sombra permanente del sistema.

## Metodología

El presente trabajo de investigación se está realizando en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Estación Experimental Portoviejo, lote Teodomira, localizado en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana, provincia de Manabí, se ubica en un bosque seco tropical de topografía plana, suelo franco arcilloso, con temperaturas promedios de 26,4°C, precipitaciones medias de 851,57mm y una humedad relativa de 81%, ubicada geográficamente a: 01°10'24" de latitud sur y 80°23'24" de longitud oeste, a 47 msnm<sup>5</sup>.

Se estableció en julio de 2017, mediante un diseño en parcelas divididas, donde las parcelas grandes corresponden a las frecuencias de riego y las sub parcelas a los 8 clones de cacao, con tres réplicas, y 72 unidades experimentales tabla 1. Para el análisis de datos en cacao y sombra permanente, se utilizó estadística descriptiva y paramétrica y en caso de significación estadística, se usó la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 1.** Esquema de ADEVA BCA en arreglo de parcela dividida bifactorial

Dirección: Km 12 Vías Santa Ana, Cantón Portoviejo, Manabí  
Teléfono: (+593 5) 2420-317  
Email: portoviejo@iniap.gob.ec  
www.iniap.gob.ec

INAMHI. Anuarios meteorológicos, promedio de seis años, 2011-2016.



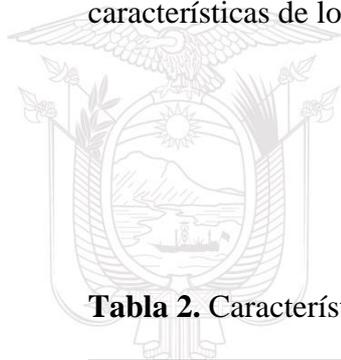
Fuente de variación Grados de libertad  
SEMORANOS  
Futuro

Lenin



Repeticiones	2
Frecuencia de riego (FR)	2
Error (a)	4
Clones (C)	7
FR x C	14
Error (b)	42
<b>Total</b>	<b>71</b>

El distanciamiento de siembra para cacao es de 4 x 3 (densidad 833 plantas ha<sup>-1</sup>). Se realizaron aplicaciones de fertilización base NPK en dosis de 400 gramos por planta en dos fracciones, a la entrada y salida de la época de lluvias. El control de malezas se lo realizó mediante la combinación de métodos mecánicos a través del uso de motoguadaña (20 deshierbas) y químicos cuatro controles). Las evaluaciones agronómicas se realizaron anualmente, utilizando la metodología descrita en el protocolo de evaluación y registro de datos agronómicos y productivos, desarrollado por el personal Técnico del Programa Nacional de Cacao y Café (Loor et al., 2016). En la tabla 2 se presentan algunas de las características de los clones de cacao en estudio.



**Tabla 2.** Características agronómicas, productivas y sanitarias de los clones en estudio.

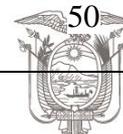
N°	Clon	Año de liberación	Tipo	Tolerancia	Inicio fase productiva	Rendimiento* qq/ha
1	EET-800	2016	Fino y de aroma	Escoba de bruja Moniliasis Mal de machete	14 meses	44
2	EET-801	2016	Fino y de aroma	Escoba de bruja Moniliasis Mal de machete	14 meses	40
3	EET-575	2008	Fino y de aroma	-----	-----	33
4	EET-576	2008	Fino y de aroma	-----	-----	26
5	EET-450	Fase de Validación	Fino y de aroma	En estudio	-----	36
6	EET-454	Fase de Validación	Fino y de aroma	En estudio	-----	38
7	EET-103	1970	Fino y de aroma	Escoba de bruja Mal de machete Escoba de bruja	-----	30
8	CCN-51	1965	Trinitario	Moniliasis Mal de machete	24 meses	50

Dirección: Km 12 Vías Santa Ana, Cantón Portoviejo, Manabí  
Teléfono: (+593 5) 2420-317

Email: \* Fase productiva de la planta, es decir a partir de los 10 años.  
www.inia.gov.ec



senasa



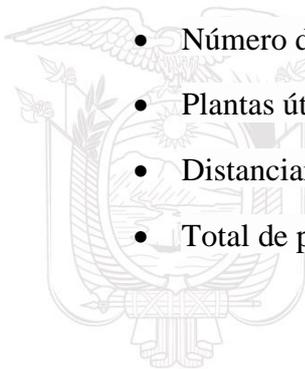


### ***Características de la parcela principal (FR)***

- Numero de parcelas principales 9
- Superficie de parcela principal 660 m<sup>2</sup>.
- Distancia entre parcelas principales y repeticiones 8m.
- Total del experimento 6000 m<sup>2</sup>

### ***Característica de las sub parcelas (C)***

- Número de sub parcelas 72
- Superficie de sub parcelas 48 m<sup>2</sup>
- Número de plantas por unidad experimental 9
- Plantas útiles por unidad experimental 9
- Distanciamiento entre clones 4x3
- Total de plantas 833 plantas/ha.



### ***Característica de la sombra***

- a. Laurel (sombra permanente).

Se estableció el laurel (*Cordia alliodora*), a un distanciamiento de 12x9 m, obteniendo 92 árboles/ha, ubicando un árbol (tratamiento) en cada unidad experimental.

- b. Naranja (otro componente).

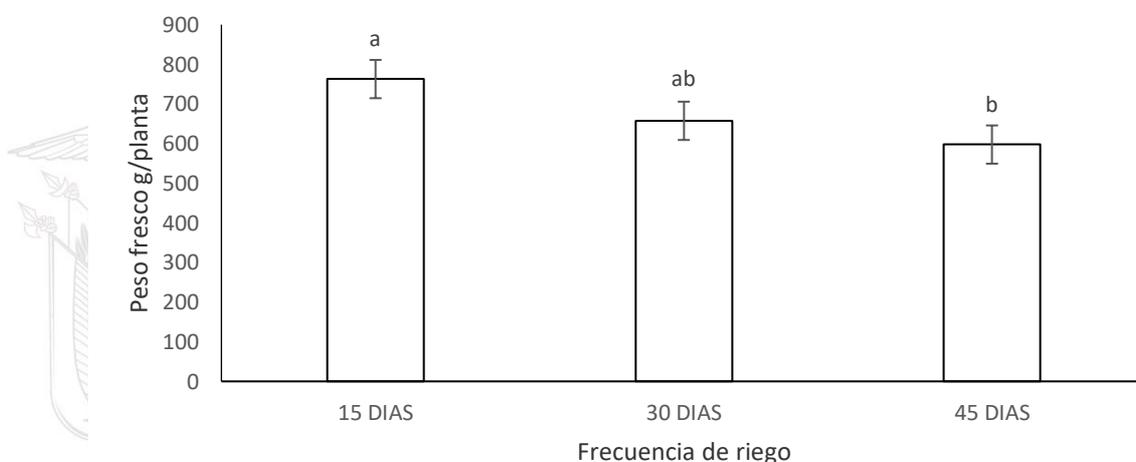
Se estableció naranja (*Citrus sinensis*) como otra especie del sistema, a un distanciamiento de 12x9 m, con un total de 92 plantas/ha, ubicando un árbol (tratamiento) dentro de cada unidad experimental de tal manera que no interfiera en el desarrollo de las plantas de cacao.

### **Resultados**



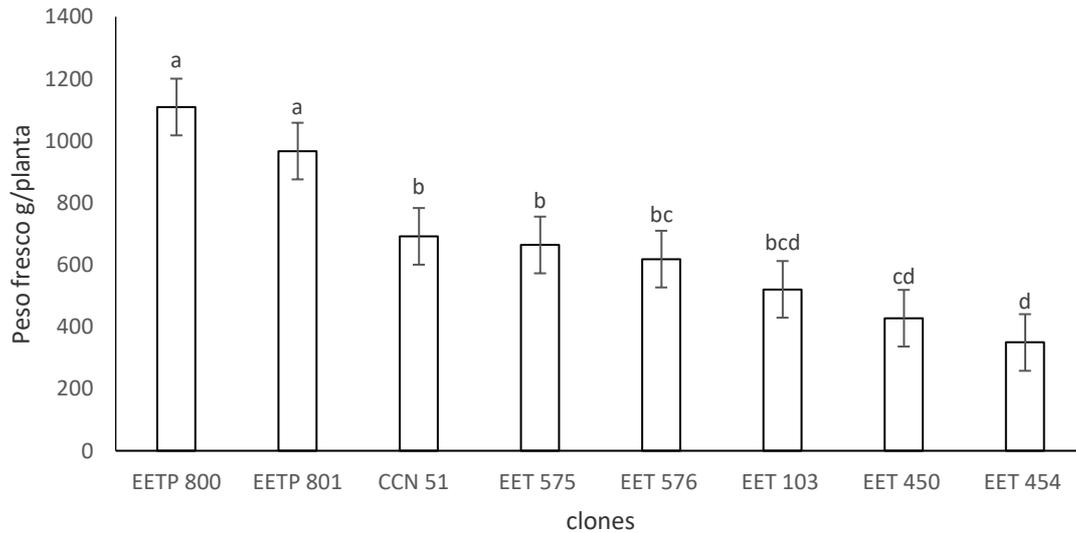
Para determinar el resultado del efecto de las frecuencias de riegos en ocho clones de cacao se consideró la producción en fresco entre los meses de Julio a noviembre de 2020; por consiguiente, en la figura 3 Se observa que la producción promedio de cacao con una frecuencia de riego cada 15 días es de 763 g de cacao fresco o cacao en baba, siendo esta frecuencia la más óptima para obtener mejores pesos de cacao, seguido se encuentra la frecuencia de riego a los 30 días con una producción de cacao fresco con 657 g esta frecuencia estadísticamente es similar a la frecuencia de 15 días y a la frecuencia de 45 días; por último la frecuencia de riego a los 45 días presento una producción de 598 g de cacao fresco, siendo estadísticamente similar a la frecuencia de riego a los 30 pero diferente estadísticamente a los 15 días de riego.

**Figura 3.** Peso fresco de almendras producidas por planta de cacao en baba (g) para las tres frecuencias de riego en ocho clones de cacao bajo estudio.



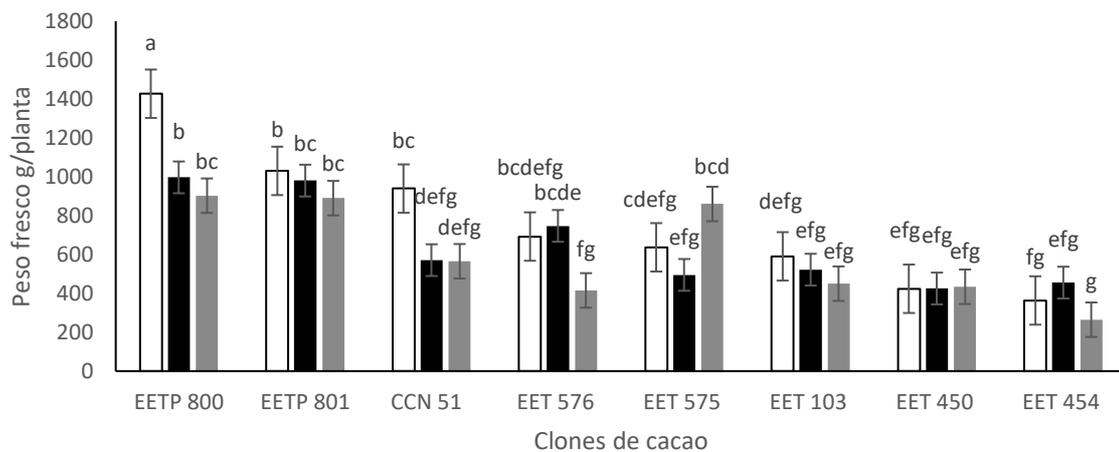
Durante el periodo de aplicación de las frecuencias de riego (Julio-Noviembre) la producción de estos ocho clones mantuvieron similitud de producción de hace 20 meses anteriormente evaluados donde aún no se aplicaban las frecuencia de riego, teniendo así al clon EETP-800 y EETP-801 como los clones más productivos con 1109 g y 967 g respectivamente, siendo estos dos clones similares estadísticamente, pero diferentes entre los otros seis clones; los clones CCN-51 y EET-575 ocuparon el tercer y cuarto lugar en producción con 692 g y 664 g respectivamente, siendo estos dos diferentes estadísticamente con los dos anteriores; los clones EET-576 ocupa el quinto lugar con 618 g de cacao fresco por planta, por debajo de esta producción se encuentran os clones EET-103, EET-450 y EET-454, con producciones inferiores a 520 g de cacao fresco por planta durante este periodo de aplicación de tres frecuencias de riego, el análisis de varianza ( $p \text{ valor} \leq 0,05$ ) determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativa ( $p \text{ valor} < 0,00$ ) entre clones (Figura 4).

**Figura 4.** Peso fresco (g) de almendras producidas por planta de ocho clones de cacao en baba (g) bajo tres frecuencias de riego.



En la figura 5 se puede observar el efecto de las tres frecuencia de riego por cada clon, el análisis de varianza determinó que existen diferencias significativas (*p* valor 0,05) entre la interacción clon-frecuencia de riego. En la figura se observa como la producción del clon EETP-800 disminuye a medida que la frecuencia de riego se alargan en días, teniendo así que la mayor producción la obtiene cuando se riega cada 15 días con 1426 g de cacao en baba, siendo esta producción estadísticamente distinta a la producción alcanzada por el mismo clon a los 30 días con 997 g y 45 días con 903 g. El clon EETP-801 alcanzó una producción a los 15 días de 1030 g, mientras que a los 30 días alcanzó una producción de 980 g y a los 45 días esta producción se reduce a 889 g.

**Figura 5.** Peso fresco (g) de almendras de la interacción clon-frecuencias de riego en ocho clones de cacao.



□ 15 DIAS ■ 30 DIAS ▒ 45 DIAS

1. La evaluación de los diferentes componentes del sistema agroforestal, permitirá conocer una amplia adaptabilidad entre los clones de cacao y los arboles utilizados como sombra, lo que puede favorecer en la identificación y selección de individuos por reunir buenas características agronómicas bajo este sistema.

### Recomendación

1. Continuar con el proceso de investigación del presente estudio, complementando de esta manera con las diferentes variables a estudiar entre ellas las frecuencias de riego y el efecto del componente sombra.

### Bibliografía

Agudelo, L. A. y Grisales, A. (2000). Sistema agroforestal de producción de Plátano - cacao - nogal para la zona cafetera marginal baja. En: Memorias. Taller Internacional: Métodos y Procedimientos para Investigación en Sistemas Agroforestales. (Tibaitatá. Julio 31, agosto 1 y 2). CORPOICA. Bogotá, Colombia.

Amores, F. Agama, J. Suarez, C. Quiroz, J. y Motato, N. (2009). EET-575 y EET-576 Nuevos clones de cacao Nacional para la zona central de Manabí. Boletín Divulgativo N° 346. INIAP. Quevedo. EC. 28p.

Carrillo, R. y Carvajal, T. (2010). Costos de producción y estimación de rentabilidad en el cultivo de cacao fino y de aroma. IN Manejo Técnico del cultivo de cacao en Manabí. Manual N° 75. INIAP. Portoviejo, EC. 141p.

Días, L. A. (2001). Melhoramento genético do cacauero. 578 p.

Enríquez, G. (2010). Cacao orgánico guía para productores ecuatorianos. INIAP. Manual No 54. ISBN: 9978-43-493-3. 407 p.

Freire, M. (1993). Efeitos da irrigação complementar no rendimento do cacauero Theobroma cacao, USP Tese de mestrado. ESALQ, Piracicaba, São Paulo – Brasil.

INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria). (2004). Informe Técnico Anual. Programa de Cacao y Café. Estación Experimental Portoviejo. Manabí. EC. 20p.

Limongi, R. y Solórzano, G. (2010). Alternativas agroforestales sustentables para la producción de cacao fino de aroma. IN Manejo Técnico del cultivo de cacao en Manabí. Manual N° 75. INIAP. Portoviejo, EC. 141p.

Loor, R. Casanova, T. y Plaza, L. (2016). Mejoramiento y homologación de los procesos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. Eds. Publicación Miscelánea No. 433. 1ª ed. INIAP (Instituto Nacional de



Investigaciones Agropecuarias), EET-Pichilingue, Mocache, Ecuador. 103 p.  
ISBN: 978-9942-22-103-2

Melo, C. y Hollander, G. (2013). Unsustainable development: Alternative food networks and the Ecuadorian Federation of Cacao Producers, 1995-2010. *J Rural Stud.* No. 32: p. 63.

Motato, N y Cedeño, J. (2010). Caracterización agronómica de las zonas cacaoteras en Manabí. IN Manejo Técnico del cultivo de cacao en Manabí. Manual N° 75. INIAP. Portoviejo, EC. 141p.

Motato, N. Solórzano, G. Cedeño, J. (2009). Riego suplementario para el cultivo de cacao en Manabí. Boletín divulgativo No. 345. INIAP. Portoviejo. 28 p.

Ortiz, A. Riasco, L. y Somarriba, E. (2008). Almacenamiento y tasa de fijación de carbono en sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao*) y laurel (*Cordia alliodora*). *Agroforestería en las Américas.* 46: 26-29

Quiroz, J. (2010). Sistemas de sombra de cacao con maderables. Estación Experimental Litoral Sur. Programa de Cacao y Café. Boletín divulgativo N°151.

Siqueira, P. Sena, G. Dias, L y Souza, C. (1996). Efeito da irrigação na produtividade do cacaueiro *Theobroma cacao* L. em Linhares Brasil. En: *Proceedings 12th International Coca Research Conference.* Salvador, Bahía, Brasil. p. 867 – 877.

**Actividad 3:** Respuestas fisiológicas, morfológica y productiva al déficit de agua en combinaciones de patrones e injertos de clones de cacao.

**Responsable:** Geover Peña Monserrate, Ricardo Limongi (EEP)

**Colaboradores internos:** Dr. Ernesto Cañarte, Ing. Bernardo Navarrete, Alma Mendoza (DNPV), Gastón Loor, Ing. Ignacio Sotomayor, (Programa de café-EETP).

**Colaboradores externos:** Dr. Ramón Jaimez, Dr. Francisco Arteaga, Dr. George Cedeño

### Antecedentes

El crecimiento de la población mundial demanda cada día más bienes y servicios, entre ellos la producción de alimentos (FAO, 2017), para esto se deforestan significativas cantidades de bosques ampliando la frontera agrícola, incrementándose mayor cantidad de CO<sup>2</sup>, provocando progresivamente el calentamiento del planeta por efecto invernadero desencadenando cambios en el clima y la consecuente degradación de los suelos, disminución de fuentes hídricas y pérdida de la biodiversidad tanto de fauna como flora (Escalante, 2017). Por consiguiente, de todas las actividades relacionadas con la seguridad alimentaria la agricultura es, quizás, la que más influenciada está por las fluctuaciones de las condiciones del cambio climático (Hidalgo, 2013).



América Latina, región reconocida por sus recursos hídricos, está siendo afectada en cuanto a disponibilidad y calidad de este recurso en varias de sus subregiones. La ausencia de precipitaciones y temperaturas elevadas conducen a deficiencias hídricas, originando sequías, provocando estrés hídrico en las plantas, siendo las regiones más afectadas aquellas en donde la agricultura se desarrolla en condiciones extremas por falta de agua (Hidalgo, 2013; Magrin y Canziani, 2007; Wilhite, 2006). Donat *et al.*, (2013) al realizar un análisis de índice de precipitación, determinaron en unos casos aumento de frecuencia de lluvias extremas en algunas regiones de América del Sur, pero por otro lado evidenciaron que en la costa ecuatoriana un permanente aumento de días consecutivos sin precipitación, y el probable aumento de períodos de sequía.

El Ministerio del Ambiente, en el 2009 al realizar un estudio de vulnerabilidad de riesgos climáticos en seis cuencas hidrográficas del Ecuador, entre las que estaba la del río Portoviejo, determinó que está se encontraba entre las de mayor probabilidad de ocurrencia de sequías más extensas y con menor disponibilidad de agua siendo este un factor limitante de la producción agrícola, afectando la actividad económica más importante como la agricultura, que ocupa a más del 50% de la población económicamente activa (PEA), reduciendo significativamente la producción de cultivos importantes entre ellos el maíz, arroz, yuca, café y cacao (Falconi, 2009).

Dentro de estos, la producción del cultivo cacao es una de las actividades más importantes de la economía mundial, ocupando el cuarto lugar en la lista de cultivos tropicales, detrás de la palma aceitera, el caucho y las musáceas (Phillips-Mora, 2015; ICCO, 2015); mientras que en Ecuador ocupa el tercer rubro de mayor importancia de las exportaciones no petroleras del país (BCE, 2018). Es el cuarto país con mayor producción mundial de cacao con el 5% y el primer lugar como proveedor de cacao nacional fino de aroma con el 63% de la producción mundial (Leon *et al.*, 2018), con una superficie cultivada de 573 516 mil ha., que producen alrededor de 206 mil Tm. (Salazar et al., 2017).

Sin embargo, esta producción enfrenta continuamente dos amenazas, siendo los problemas fitosanitarios y el cambio climático que causa ambientes de mayor temperatura y déficit hídrico. La primera es la afectación causada por enfermedades fungosas principales que son la Moniliasis y la Escoba de Bruja causadas por *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa*, respectivamente (Ploetz 2016; Phillips-Mora 2015). En el caso del déficit hídrico, el cacao es sensible a los cambios del clima, específicamente la falta del recurso hídrico, siendo esta una limitante ambiental, que produce efectos negativos en el crecimiento y productividad del cultivo (Anim-Kwapong y Frimpong, 2004; Pautasso, Döring, Garbelotto, Pellis, y Jeger, 2012); por consiguiente la poca disponibilidad en el suelo puede ocasionar que la transpiración exceda el agua absorbida por las raíces, este fenómeno se conoce como déficit hídrico provocando un estrés hídrico (Munns y Tester, 2008).

## OBJETIVOS

### General.

Generar una tecnología de manejo del estrés hídrico en cacao mediante la respuesta morfológicas en diferentes combinaciones patrón e injerto en condiciones de déficit



hídrico en vivero y evaluar en campo el potencial productivo y fitosanitario de estas combinaciones bajo un sistema agroforestal.

### **Específicos.**

1. Determinar el efecto del déficit hídrico sobre el crecimiento y la respuesta hídrica de las combinaciones patrón-injerto de cacao en etapa de vivero.
2. Determinar las diferencias en la respuesta fotoquímica de las combinaciones patrón-injerto de cacao en etapa de vivero.
3. Establecer en campo estas combinaciones y determinar el potencial productivo y fitosanitario bajo un sistema agroforestal (SAF).
4. Evaluar la eficiencia de un sistema agroforestal de cacao que permita una mayor rentabilidad que da un sistema en monocultivo.

### **Metodología**

La presente investigación se encuentra desarrollando en dos fases, en la primera fase se está determinando el efecto del déficit hídrico sobre el crecimiento, la respuesta hídrica y fotoquímica de 28 combinaciones patrón-injerto de cacao, mientras que la segunda fase es evaluar el potencial productivo, fitosanitario y calidad organoléptica bajo condiciones de un sistema agroforestal, así como evaluar una alternativa de sistema agroforestal de cacao que permita una mayor rentabilidad que la de un sistema monocultivo.

### **Fase 1 (nivel vivero)**

### **Ubicación**

El presente trabajo de investigación se encuentra realizando en el vivero de cacao de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, ubicado en el Km 12 vía Portoviejo – Santa Ana, parroquia Colón del cantón Portoviejo, provincia de Manabí (Figura 1). Ubicada geográficamente a: 01°07'26,62" de latitud sur y 80°24'50,97" de longitud oeste, a 54 msnm. (Figura 6).





**Figura 6.** Ubicación del trabajo experimental en el vivero de cacao de la EE-Portoviejo (Captura de Google Maps, julio 2020).

### Factores climáticos de la zona de estudio1

En la tabla 3, se detalla los factores climáticos de la EE-Portoviejo donde se evaluará la respuesta morfofisiológicas entre diferentes combinaciones patrón–injerto de cacao, en condiciones de déficit hídrico.

**Tabla 3.** Datos climáticos de la EE-Portoviejo.

Zona climática	Bosque seco tropical
Temperatura promedio	26,4°C
Precipitación media anual	851,57 mm
Humedad relativa promedio	81 %
Topografía	Plana

INAMHI. Anuarios meteorológicos promedio de 10 años. 2009 – 2019.

### Características y manejo del experimento

Los patrones de cacao se sembrarán en bolsas de plástico negro calibre tres, de 40,64 cm de altura y 30,48 cm de ancho, con cuatro perforaciones de 0,5 cm de diámetro en los costados, las bolsas se llenarán con suelo hasta 2 cm del borde para una altura final de 38,64 cm. Durante el tiempo de germinación y crecimiento de los patrones (105 días), se efectuarán 13 riegos, manteniendo el suelo a capacidad de campo ( $\theta_{cc}$ , %). Luego se realizarán los injertos para obtener las combinaciones patrón-injerto posibles y, al cabo de dos meses y medio se comenzará aplicar los tratamientos hídricos (parcela principal), que serán déficit hídrico y riego normal por 20 días.

### Factores en estudio

#### Factor A: Tratamientos hídricos

Dirección: Km 12 Vías Santa Ana, Cantón Portoviejo, Manabí  
 Teléfono: (+593 5) 2420-317  
 Email: [portoviejo@iniap.gob.ec](mailto:portoviejo@iniap.gob.ec)  
[www.iniap.gob.ec](http://www.iniap.gob.ec)

Sin déficit hídrico (riego normal 20 días)



sembramos  
Futuro

Lenín



Con déficit hídrico (Sin riego 20 días)

### Factor B: Tratamiento genético

Para la presente investigación se evaluarán cuatro patrones comerciales y recomendados por el INIAP, por su resistencia a las principales enfermedades del suelo en especial a *Ceratoystis cacaofunesta* Engelbr. y TCHarr. (2005). Por otro lado se utilizarán dos clones comerciales y recomendados por el INIAP por ser altamente productivos para las zonas agroclimáticas de la provincia de Manabí, más tres clones comerciales y un clon experimental que por sus características altamente productivas se los ha considerado para el presente estudio como testigos. Los clones no disponibles en la EE-Portoviejo, se trasladarán desde la EET-Pichilingue. En la tabla 4 se detallan estos patrones (del 1 al 4) y clones (del 5 al 10). Obteniendo 24 combinación patrón-injerto más cuatro patrones (libre polinización) de cacao como referencias (Tabla 5).

**Tabla 4.** Patrones y clones de cacao en estudio y su grupo genéticos para conocer la respuesta morfológica y fisiológica al déficit hídrico en fase de vivero.

Nº	Patrón/Clon	Material Genético	Grupos genéticos
1	Patrón	EET – 399	FA x VA
2		EET – 400	VA x F
3		POUND – 12	F
4		IMC-67	F
5	Clon	EET – 575	Nacional
6		EET – 576	Nacional
7		EETP – 800	Tri x Nac
8		EETP – 801	Tri x Nac
9		CCN – 51	Tri.
10		Clon 484	Amaz

FA = Forastero Amarillo

F = Forastero

VA = Venezolano Amarillo

Tri. = Trinitario

Nac = Nacional

Amaz = Amazónico

**Tabla 5.** Tratamientos genéticos en estudio para determinar la respuesta morfológica y fisiológica al déficit hídrico en fase de vivero.

Patrón	X	Injerto
EET-399	×	EETP – 800
EET-399	×	EETP – 801
EET-399	×	INIAP - 484
EET-399	×	EET – 575
EET-399	×	EET – 576
EET-399	×	CCN – 51
EET-400	×	EETP – 800
EET-400	×	EETP – 801





EET-400	×	INIAP - 484
EET-400	×	EET - 575
EET-400	×	EET - 576
EET-400	×	CCN - 51
POUND-12	×	EETP - 800
POUND-12	×	EETP - 801
POUND-12	×	INIAP - 484
POUND-12	×	EET - 575
POUND-12	×	EET - 576
POUND-12	×	CCN - 51
IMC-67	×	EETP - 800
IMC-67	×	EETP - 801
IMC-67	×	INIAP - 484
IMC-67	×	EET - 575
IMC-67	×	EET - 576
IMC-67	×	CCN - 51
EET-399		
EET-400		
POUND-12		
IMC-67		



**Tratamientos en estudio**

Los tratamientos en estudios están constituidos por 24 combinaciones patrón-injertos más los cuatros patrones sin injertar y los dos tratamientos hídricos, teniendo un total de 56 tratamientos en estudio. En la tabla 6, se presentan los tratamientos en estudio.

**Tabla 6.** Tratamientos en estudio de las combinaciones patrón-injerto con déficit y sin déficit hídrico, para conocer la respuesta morfológica y fisiológica al déficit hídrico en fase de vivero.

Nº de tratamiento	Sin déficit hídrico		
	Patrón	X	Injerto
1	EET-399	×	EETP - 800
2	EET-399	×	EETP - 801
3	EET-399	×	INIAP - 484
4	EET-399	×	EET - 575
5	EET-399	×	EET - 576
6	EET-399	×	CCN - 51
7	EET-399		



sembramos Futuro

Lenin



8	IMC-67	×	EETP - 800
9	IMC-67	×	EETP - 801
10	IMC-67	×	INIAP - 484
11	IMC-67	×	EET - 575
12	IMC-67	×	EET - 576
13	IMC-67	×	CCN - 51
14	IMC-67		
15	EET-400	×	EETP - 800
16	EET-400	×	EETP - 801
17	EET-400	×	INIAP - 484
18	EET-400	×	EET - 575
19	EET-400	×	EET - 576
20	EET-400	×	CCN - 51
21	EET-400	×	
22	POUND-12	×	EETP - 800
23	POUND-12	×	EETP - 801
24	POUND-12	×	INIAP - 484
25	POUND-12	×	EET - 575
26	POUND-12	×	EET - 576
27	POUND-12	x	CCN-51
28	POUND-12		



### Diseño experimental y análisis estadísticos

#### Diseño experimental

En el presente trabajo de investigación se realizó en un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) en parcelas divididas, con dos tratamientos hídricos como parcelas principales y 28 tratamientos (combinaciones patrón-injerto) como subparcelas, tres repeticiones, obteniendo un total de 168 unidades experimentales, cada unidad experimental estará conformada por cuatro plantas por tratamiento. Ver Tabla 7.

**Tabla 7.** Esquema del Análisis de Varianza para el esquema de parcela dividida con arreglo bifactorial en un diseño experimental de bloques completo al azar (DBCA) para conocer la respuesta morfológica y fisiológica al déficit hídrico en fase de vivero.

Fuente de Variación	Grados de libertad
---------------------	--------------------



Parcela principal	$A*r-1$	5
Repeticiones	$r-1$	2
Factor A	$a-1$	1
Error experimental A	$(a-1)(r-1)$	2
Subparcelas	$(a*r)(b-1)$	162
Factor B	$b-1$	27
A x B	$(a-1)(b-1)$	27
Error experimental B	$(a)(r-1)(b-1)$	108
Total	$a*b*r-1$	167

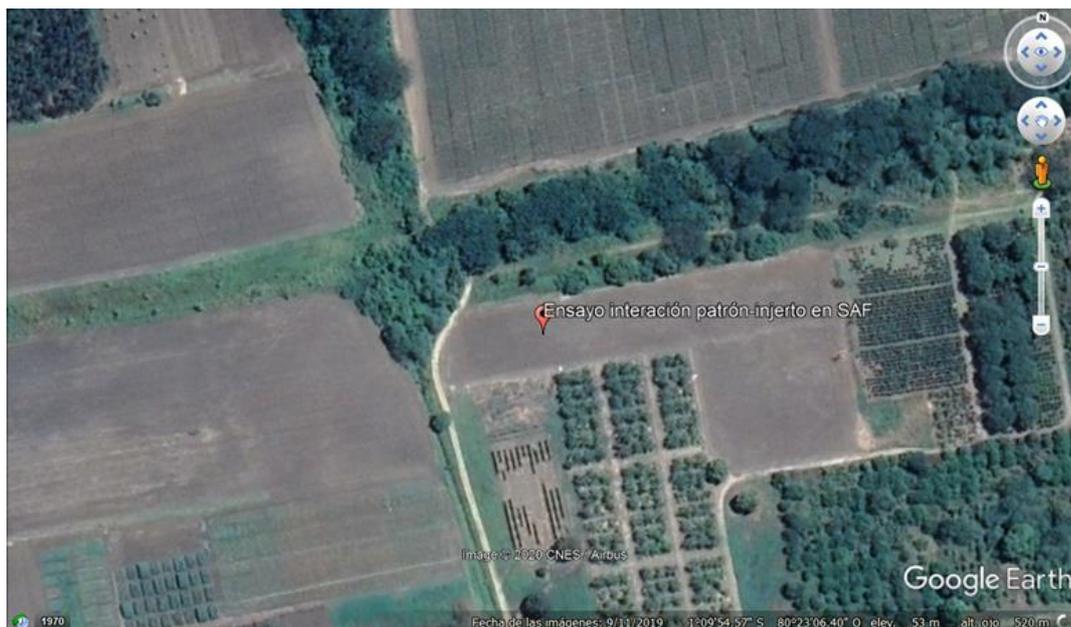
### Análisis estadístico

Cuando se cuente con los datos registrados, se creará una matriz en excell, se realizará la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk modificado utilizando el programa estadístico *Infostat 2018*, y homogeneidad de la varianza con la prueba de Levene utilizando el programa estadístico *IBM SPSS Statistics*. Además se realizará estadística descriptiva, mediante los estadígrafos: mínimo, máximo, media, desviación típica y varianza y mediana.

### Fase 2 (Nivel campo)

#### Ubicación

El presente trabajo de investigación se encuentra ubicado en la granja experimental la Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, ubicado en el Km 18 vía Portoviejo – Santa Ana, parroquia Lodana del cantón Santa Ana, provincia de Manabí (Figura 4). Ubicada geográficamente a:  $01^{\circ}09'54,57''$  de latitud sur y  $80^{\circ}23'06,40''$  de longitud oeste, a 53 msnm.



**Figura 4.** Ubicación del trabajo experimental en campo dentro de la granja La Teodomira EE-Portoviejo (Captura de Google Maps, julio 2020).

### Factores climáticos de la zona de estudio

**Tabla 9.** Factores edafo-climáticos<sup>1</sup> de la zona de estudio para evaluar la respuesta del potencial productivo de 24 combinaciones patrón-injerto y cuatro patrones.

Factores climáticos	Descripción
Zona climática <sup>2</sup>	Bosque muy seco Tropical 14819 HA-14,23%
Temperatura promedio	26,4°C
Precipitación media anual	851,57 mm
Humedad relativa promedio	81 %
Topografía	Plana
Tipo de suelo	Franco arcilloso

<sup>1</sup> INAMHI. Anuarios meteorológicos promedio de 10 años. 2010 – 2020.

<sup>2</sup> Zona de vida según Holdridge, recuperado de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/santaana-fasediagnosticopreliminar\\_15-11-2014.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/santaana-fasediagnosticopreliminar_15-11-2014.pdf). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Santa Ana 2014-2017 diagnóstico cantonal.

### Factores en estudio

24 combinaciones patrón-injerto más cuatro patrones de cacao

### Delineamiento y unidad experimental

Dirección: Km 12 Vías Santa Ana, Cantón Portoviejo, Manabí  
 Teléfono: (+593 5) 2420-317  
 Email: [Portoviejo@iniap.gob.ec](mailto:Portoviejo@iniap.gob.ec)  
[www.iniap.gob.ec](http://www.iniap.gob.ec)

Cada unidad experimental consta de 3 plantas



Distanciamiento de 4 m entre hileras y 3 m entre plantas,

Área de 36 m<sup>2</sup> por tratamiento, con un

Total 84 unidades experimentales,

Total de 3024 m<sup>2</sup> para todo el ensayo.

### Diseño experimental

En el presente trabajo de investigación se realizará un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con 28 tratamiento genético, tres repeticiones, Ver Tabla 10.

**Tabla 10.** Fuente de variación para evaluar la respuesta del potencial productivo de 28 tratamientos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	
Repeticiones	$r-1$	2
Tratamientos	$t-1$	27
Error experimental	$(r-1)(t-1)$	54
Total	$rt-1$	83

### Resultados

#### Establecimiento y diseño del sistema agroforestal.

Para garantizar el éxito de un sistema agroforestal con cacao se deben tomar en cuenta aspectos como la identificación de los objetivos del cultivo, la selección de especies a plantar, el material genético a emplear, la distribución espacial, las distancias de siembra, las condiciones agroecológicas de la zona, el mercado, entre otros (Rojas y Sacristán, 2013).

Por consiguiente, para el presente estudio se diseñó un sistema que permitió definir como están ubicadas en la parcela las plantas de cacao y los componentes del sistema, y cómo éstos van a ir disminuyendo con el tiempo (% de sombra). Este diseño garantiza que haya un mejor uso del espacio, agua y nutrientes disponibles. Con este sistema se controla la regulación de temperatura en el ensayo, se modera la entrada de luz o brillo solar, disminuye el efecto del viento, protege y mejorar el suelo. Todo esto está contribuyendo a generar una alta productividad y fomentar la biodiversidad en las parcelas del cacao.

Durante el primer trimestre de 2020, se sembraron las plantas de sombra permanentes como las maderables (*Gmelina arborea* Roxb. 1814), la sombra temporales como plátano (*Musa sp*), y especies frutícolas como papaya (*Carica papaya* L.) y de último las especies de sombra intermedia como el frejol de palo (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y finalmente el cacao. En el Anexo 1 se muestra de manera espacial el



diseño del sistema, mientras que en el Anexo 2 se detallan las especies y criterios de selección de las especies que forman parte de los componentes del sistema.

A continuación el detalle de las actividades a desarrolladas:

**Preparación del sitio definitivo.** Inicialmente se acondicionó el terreno con un pase de arado y dos pases de rastra, posteriormente se procedió a establecer los surcos cada cuatro metros para dotar de irrigación en época seca.

**Balizado.** Se realizó el balizado en marco real de acuerdo a los distanciamientos establecidos (4 x 3 m) en orientación Este–Oeste, alineada mediante la formación de un rectángulo y se colocarán las estaquillas de caña en cada sitio de siembra.

**Ahoyado.** Se realizaron hoyos de 50 x 50 x 50 cm de ancho, largo y profundidad con el objeto de eliminar capas de suelo compactadas y prestar facilidades para el desarrollo de las raíces.

**Manejo de malezas.** El control de malezas se inició con aplicaciones químicas, utilizando un herbicida post-emergente selectivo para gramíneas como Cletodim 120 g/l, aplicando 100 ml/bomba + 100 ml/bomba de amina. Luego se realizaron controles mecánicos (motoguadaña) de acuerdo a los requerimientos del experimento.

### Manejo de los cultivos de Los componentes del sistema.

#### Componente 1: Manejo de la sombra permanente de melina

**Obtención.** La sombra permanente constituida por los árboles de melina fue proporcionada por el programa de Forestaría de la EEP, se obtuvieron 30 árboles para ser sembrados dentro del ensayo (12 x 12 m). Su establecimiento se dio entre las hileras de cacao.

**Aclimatación de los árboles.** Antes de la siembra, los árboles fueron ubicados en un invernadero acondicionado para la aclimatación de la especie a su nuevo ambiente, en donde se le proveyó de labores culturales básicas como riegos periódicos y una fertilización de mantenimiento.

**Trasplante.** El trasplante de melina se lo realizó tres meses antes del establecimiento del cultivo de cacao. Esta labor se ejecutó mezclando con el suelo 100 gramos/planta de abono completo 10-30-10, de manera que no quede en contacto directo con las raíces de las plantas para evitar toxicidad y quemazón en las plantas.

**Podas de formación y fitosanitarias.** Se realizaron en aquellos árboles que presentaron ramas bajas o con problemas fitosanitarios. labor que se realizó con tijeras de podar, con el objeto de mantener un buen equilibrio fuste–copa, se procuró mantener libres de



ramas en el primer tercio inferior del árbol, con un solo eje para obtener individuos sobresalientes generando dentro del sistema beneficios como la producción de madera de palets.

## Componente 2: Manejo de la sombra temporal de plátano

**Obtención.** Como sombra temporal se estableció plátano, el material de siembra se obtuvo de los lotes de investigación de cacao y café de la EEP, donde se seleccionaron hijos de espada que presentaron buen estado, se estableció en una densidad de 100 plantas dentro del ensayo (8 x 6 m).

**Siembra.** La siembra se realizó tres meses aproximadamente antes del establecimiento del cultivo de cacao. La siembra se realizó mezclando con el suelo 100 gramos/planta de abono completo 10-30-10, de manera que no quedaron en contacto directo con las raíces de las plantas para evitar toxicidad y quemazón en las plantas.

**Deshije.** El deshije consistió en eliminar los conocidos hijos de agua y de espada que se encuentran en la misma inclinación de la madre o que se encuentran alrededor del pseudo tallo, al tener una altura de 0,80-1,00 m. la siguiente generación (nieto) se seleccionaron de los primeros brotes de los hijos seleccionados hacia los lugares más claros, y lo opuesto al hijo de las vecinas, a la vez también opuesto de la inclinación de la madre.

**Deshoje.** Esta práctica consistió en la eliminación de las hojas dobladas, favoreciendo de esta manera la circulación del viento, la penetración de los rayos solares, se realizó de acuerdo a los requerimientos del cultivo.

**Deschante.** El deschante consistió en eliminar todo el tejido viejo (chante) que se acumula en el pseudotallo. Se realizó de abajo hacia arriba, para no dañar el tejido vivo de la base, se la realizó con la misma frecuencia que el deshoje y deshije.

## Componente 3: Manejo de la sombra temporal de papaya

**Obtención.** El material de siembra se obtuvo de lotes de productores de este cultivo, seleccionando semillas libre de plagas y enfermedades, sin daños físicos y con madurez fisiológica apropiada para la siembra; se establecieron en una densidad de 100 plantas dentro del ensayo (8 x 6 m).

**Trasplante.** El trasplante se lo realizó tres meses antes del establecimiento del cultivo de cacao, de manera manual se realizó esta actividad, depositando tres plántulas por sitio, luego se realizó el sexado correspondiente, eliminando plantas denominadas macho, dejando a plantas hermafroditas, se realizaron resiembras a los 15 días después de sembrado.



#### Componente 4: Manejo de la sombra intermedia de frejol de palo

**Obtención y manejo.** El material de siembra se obtuvo de los lotes de productores de este cultivo, seleccionando semillas libre de plagas y enfermedades, con madurez fisiológica apropiada para la siembra; se estableció una densidad de 304 plantas dentro del ensayo (4 x 3 m).

**Siembra.** La siembra se realizó dos meses antes del establecimiento del cultivo de cacao, se lo hizo manualmente con la ayuda de un espeque, depositando dos semillas por sitio, para luego realizar el raleo correspondiente, intercalado con las plantas de cacao, se realizaron resiembra a más a los 20 días después de sembrado.

**Poda.** A los tres meses de sembrado se realizó una poda de hojas bajas y de ramas secundarias e inferiores emitidas en las ramas principales, esto con el objetivo de dar aireación al sistema. El cultivo de frejol de palo se mantendrá por 12 meses (ciclo del cultivo), asociado al cacao.

#### Componente 5: Manejo de la sombra intermedia de yuca

**Obtención.** El material de siembra se obtuvo de los lotes de investigación del programa de yuca y camote de la EEP, seleccionando varetas libre de plagas y enfermedades, con madurez fisiológica apropiada, es decir de 8-12 meses; estas además presentaron buen estado sin daños físicos; se estableció en una densidad de 100 plantas dentro del ensayo (8 x 6 m).

El corte de la vara se realizó en el aire con un machete bien afilado, tratando que sea lo más uniforme posible y evitar producir daños; para esto se realizó dos cortes, primero un corte suave o pequeño y luego se giró la vara y en la parte opuesta realizar un corte definitivo.

**Siembra.** La siembra se realizó con dos meses ante de la siembra del cultivo de cacao y se lo hizo manualmente clavando la vara en la posición inclinada en el suelo, se enterraron dos o tres yemas a una profundidad de cinco a siete cm, la resiembra se realizó los 20 días después de sembrado.

#### Componente 6: Manejo del cultivo de cacao

**Obtención de plantas de cacao.** Las plantas se multiplicaron en los viveros de la Estación Experimental Portoviejo, mediante la clonación vía injerto de púa lateral, de acuerdo al protocolo de multiplicación establecido (Loor, et al., 2016). Los clones no disponibles en la EE-Portoviejo, se trasladaron desde la EET-Pichilingue.



**Trasplante.** Esta labor se realizó mezclando con el suelo 100 gramos/planta de abono completo 10-30-10, de manera que no quede en contacto directo con las raíces de las plantas para evitar toxicidad y quemazón en las plantas.

**Riego.** El riego se lo ha realizado por surcos, de acuerdo a las frecuencias establecidas en los tratamientos llenando cada surco en su totalidad. Cabe indicar que, se dieron riegos uniformes de tal manera que el cultivo se establezca.

### Conclusión

1. El establecimiento de los diferentes componentes del sistema agroforestal, permitió conocer una amplia adaptabilidad entre los clones de cacao y los arboles utilizados como sombra, lo que puede favorecer en la identificación y selección de individuos por reunir buenas características agronómicas bajo este sistema.

### Recomendación

2. Continuar con el proceso de investigación del presente estudio, complementando de esta manera con las diferentes variables a estudiar, evaluar el efecto patrón injerto en el potencial productivo y fitosanitario.

### BIBLIOGRAFÍA

Agudelo L. A. y Grisales. A. (2000). Sistema agroforestal de producción de Plátano - cacao - nogal para la zona cafetera marginal baja. En: Memorias. Taller Internacional: Métodos y Procedimientos para Investigación en Sistemas Agroforestales. (Tibaitatá. Julio 31, agosto 1 y 2). CORPOICA. Bogotá, Colombia.

Anim-Kwapong, G. J., y Frimpong, E. B. (2004). vulnerability and adaptation assessment under the Netherlands climate change studies assistance programme phase 2 (NCCSAP 2). *Cocoa Research Institute of Ghana*, 2, 1–30.

BCE. (2018). Evolución de la Balanza Comercial, 16. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Beer, J., Muschler, R., Kass, D., Somarriba, E., (1998). Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38: 139-164.

Carrillo, R. y Carvajal, T. (2010). Costos de producción y estimación de rentabilidad en el cultivo de cacao fino y de aroma. IN Manejo Técnico del cultivo de cacao en Manabí. Manual N° 75. INIAP. Portoviejo, EC. 141p.



Carr, M. K., y Lockwood, G. (2011). The water relations and irrigation requirements of cocoa (*Theobroma cacao* L.): A review. *Exp. Agric.* 47, 653 - 676.

Chaves, M. M., Costa, J. M., Zarrouk, O., Pinheiro, C., Lopes, C. M., y Pereira, J. S. (2016). Controlling stomatal aperture in semi-arid regions—The dilemma of saving water or being cool? *Plant Science*, 251, 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2016.06.015>

Donat, M. G., Durre, I., Peterson, T. C., Caesar, J., Aguilar, E., Zhang, X., ... Hewitson, B. (2013). Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2 dataset. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(5), 2098–2118. <https://doi.org/10.1002/jgrd.50150>

Enríquez G. (2010). Cacao orgánico guía para productores ecuatorianos. INIAP. Manual No 54. ISBN: 9978-43-493-3. 407 p.

Escalante, E. E. (2017). El rol de la biodiversidad vegetal como elemento de resiliencia, mitigación y adaptación al cambio climático en sistemas agroforestales con predominio del componente leñoso nativo. Taller Teórico Práctico: Bases Agronómicas, Fisiológicas y Tecnológicas Del Café y Cacao.

Falconi, C. (2009). Estudio de vulnerabilidad actual a los riesgos climáticos en el sector de los recursos hídricos en las cuencas de los ríos, Paute, Jubones, Catamayo, Chone, Portoviejo y Babahoyo. *Quito: Ministerio Del Ambiente*.

FAO. (2017). Seminario internacional sobre pronosticar, planificar, preparar: cómo evitar que la sequía se convierta en hambruna.

Jiménez, S., Dridi, J., Gutiérrez, D., Moret, D., Irigoyen, J. J., Moreno, M. A., y Gogorcena, Y. (2013). Physiological, biochemical and molecular responses in four *Prunus* rootstocks submitted to drought stress. *Tree Physiology*, 33(10), 1061–1075. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpt074>

Hidalgo, M. del M. (2013). La influencia de cambio climático en la seguridad alimentaria. *Cuadernos de Estrategia*, ISSN 1697-6924, N°. 161, 2013 (Ejemplar Dedicado a: Seguridad Alimentaria y Seguridad Global), Págs. 67-89, (161), 67–89. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4184082>

ICCO. 2015. Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XXXIX, No. 2, Cocoa year 2014/15. <http://www.icco.org>

Keller, M., Mills, L. J., y Harbertson, J. F. (2012). Rootstock effects on deficit-irrigated winegrapes in a dry climate: Vigor, yield formation, and fruit ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63(1), 29–39. <https://doi.org/10.5344/ajev.2011.11978>

- Leon Villamar, F., Calderon Salazar, J., y Mayorga Quinteros, E. (2018). Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador / Strategies for cultivation, marketing and export of aroma fine cocoa in Ecuador. *Ciencia Unemi*, 9(18), 45. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss18.2016pp45-55p>
- Limongi, R. y Solórzano, G. (2010). Alternativas agroforestales sustentables para la producción de cacao fino de aroma. IN Manejo Técnico del cultivo de cacao en Manabí. Manual N° 75. INIAP. Portoviejo, EC. 141p.
- Loor, R., Casanova, T. y Plaza, L. (2016). Mejoramiento y homologación de los procesos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. Eds. Publicación Miscelánea No. 433, 1ª ed. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), EET-Pichilingue, Mocache, Ecuador. 103 p. ISBN: 978-9942-22-103-2
- Magrin, G., y Canziani, C. O. (2007). Evaluación de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático y potencial de la vulnerabilidad en América Latina y el Caribe. *Scientia Horticulturae*. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.08.002>.
- Martínez, A. (1984). *La sombra para el cacao: revisión de literatura y bibliografía anotada* (No. 5). Bib. Ortón IICA/CATIE.
- Martínez-Ballesta, M. C., Alcaraz-López, C., Muries, B., Mota-Cadenas, C., y Carvajal, M. (2010). Physiological aspects of rootstock–scion interactions. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 112–118. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.08.002>
- Melo C. y Hollander G. (2013). Unsustainable development: Alternative food networks and the Ecuadorian Federation of Cacao Producers, 1995-2010. *J Rural Stud*. No. 32: p. 63.
- Motato Alarcón, N., Solórzano Larrea, G., y Cedeño Macías, J. (2008). Riego suplementario para el cultivo de cacao en Manabí.
- Motato, N y Cedeño, J. (2010). Caracterización agronómica de las zonas cacaoteras en Manabí. IN Manejo Técnico del cultivo de cacao en Manabí. Manual N° 75. INIAP. Portoviejo, EC. 141p.
- Munns, R., y Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651–681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Ortíz González, M. (2006). Conocimiento local y decisiones de los productores de Alto Beni, Bolivia, sobre diseño y manejo de la sombra de cacaotales. (Tesis de Maestría). CATIE, Turrialba, Costa Rica.



- Ortiz, A., Riasco, L. y Somarriba, E. (2008). Almacenamiento y tasa de fijación de carbono en sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao*) y laurel (*Cordia alliodora*). *Agroforestería en las Américas*. 46: 26-29.
- Pautasso, M., Döring, T. F., Garbelotto, M., Pellis, L., y Jeger, M. J. (2012). Impacts of climate change on plant diseases—opinions and trends. *European Journal of Plant Pathology*, 133(1), 295–313. [https://doi.org/DOI\\_10.1007/s10658-012-9936-1](https://doi.org/DOI_10.1007/s10658-012-9936-1)
- Quiroz, J. (2010). Sistemas de sombra de cacao con maderables. Estación Experimental Litoral Sur. Programa de Cacao y Café. Boletín divulgativo N°151.
- Ramírez, W. (2005). Manejo de sistemas agroforestales. Recuperado de: <http://biblioteca.ihatuey.cu>.
- Rojas, F., y Sacristán, E. (2013). Guía ambiental para el cultivo del cacao. (2a ed.). Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao). Bucaramanga, Colombia.
- Romero, P., Pérez-Pérez, J. G., del Amor, F. M., Martínez-Cutillas, A., Dodd, I. C., y Botía, P. (2014). Partial root zone drying exerts different physiological responses on field-grown grapevine (*Vitis vinifera* cv. Monastrell) in comparison to regulated deficit irrigation. *Functional Plant Biology*, 41(11), 1087. <https://doi.org/10.1071/fp13276>
- SENAGUA. (2017). Boletín de la Estadística sectorial del Agua. Quito. Retrieved from [https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2018/02/Boletin-Estadistico-ARCA-SENAGUA\\_08feb.compressed-2.pdf](https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2018/02/Boletin-Estadistico-ARCA-SENAGUA_08feb.compressed-2.pdf)
- Serra, I., Strever, A., Myburgh, P. A., y Deloire, A. (2014). the interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 20(1), 1–14. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12054>
- Somarriba, E. y Beer, J. (1999). Sistemas agroforestales con cacao en Costa Rica y Panamá. *Agroforestería en las Américas* 6 (22):7-11.
- Sun, X. P., Yan, H. L., Kang, X. Y., y Ma, F. W. (2013). Growth, gas exchange, and water-use efficiency response of two young apple cultivars to drought stress in two scion-one rootstock grafting system. *Photosynthetica*, 51(3), 404–410. <https://doi.org/10.1007/s11099-013-0040-3>
- Warschefsky, E. J., Klein, L. L., Frank, M. H., Chitwood, D. H., Londo, J. P., von Wettberg, E. J. B., y Miller, A. J. (2016). Rootstocks: diversity, domestication, and impacts on shoot phenotypes. *Trends in Plant Science*, 21(5), 418–437. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.11.001>



- Wilhite, D. A. (2006). Drought monitoring and early warning: Concepts, progress and future challenges. *World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. WMO*, (1006).
- Xoconostle-Cazares, B., Ramirez-Ortega, F. A., Flores-Elenes, L., y Ruiz-Medrano, R. (2010). Drought tolerance in crop plants. *American Journal of Plant Physiology*, 5(5), 241–256.
- Zhu, J.-K. (2002). Signal Transduction in Plants in Response to Drought Stress. *Annual Review of Plant Biology*, 53(1), 247–273. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.53.091401.143329>

**Actividad 4:** Comportamiento agronómico y productivo de selecciones avanzadas de café robustas (*coffea canephora* P.) en la EEP.

#### ANTECEDENTES

El género **Coffea** (Rubiácea) consta aproximadamente de 124 especies (Davis et al., 2011), dos de las cuales son de importancia económica a nivel mundial: *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* Pierre. La diversidad genética de *C. canephora* fue descrita por primera vez a nivel molecular en los años 1980 (Montagnon et al., 1992; Musoli et al., 2009; Leroy et al., 2013). Estos estudios revelaron la presencia de dos grupos principales de diversidad, el grupo congoleño y el grupo guineano, el grupo congoleño se subdivide en cinco subgrupos (SG1, SG2, B, C y UW). Sólo una pequeña parte de esta amplia diversidad (SG1 y SG2) se usa en los programas de mejoramiento actuales. Representa un tercio del comercio mundial de café en volumen y aproximadamente de USD \$ 5 mil millones (ICO 2013).

Las introducciones de *C. canephora* hacia el Ecuador de hicieron en los años 1951, 1964, 1972, 1977, 1986, desde el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE-Costa Rica). Se establecieron inicialmente en bancos de germoplasmas en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (INIAP). Fue diseminado progresivamente en la provincia de los Ríos y posteriormente hacia el litoral y la amazonia. (Plaza et al., 2016). En la actualidad este cultivo se está extendiendo en muchos lugares, adaptándose bien a hasta altitudes de 600 msnm en la costa, en las provincias del Guayas, Santa Elena, Los Ríos, Cotopaxi, Bolívar, Manabí, Santo Domingo y Esmeraldas; y en la Amazonia Norte que abarca las provincias de Napo, Orellana y Sucumbíos, donde se cultiva hasta los 700 msnm (Enríquez y Duicela, 2014).

Este cultivo para el Ecuador, tiene relevante importancia en los órdenes económicos, social y ambiental. El ingreso de divisas, por concepto de las exportaciones de café en grano e industrializado, en los últimos años, ha tenido variaciones significativas, pero sigue repercutiendo en la cadena agro productiva y económica nacional. Los cafetales de *C. canephora*, constituyen el 37 % de la producción nacional que corresponde a 0.48 t/ha de café y conforman muchos sistemas agroforestales que se localizan en amplias zonas agro ecológicas, constituyendo hábitat apropiado para la sobrevivencia de muchas especies de la fauna y flora nativa (Guerreo, 2016).



Sin embargo la baja producción del grano es el tema central en nuestro país, este déficit esta fomentado por la interacción de varios factores, entre los que se pueden citar: falta de disponibilidad de materiales mejorados, avanzada edad de las plantaciones tradicionales, problemas fitosanitarios, la baja producción, abandono de las plantaciones debido a los bajos precios y sustitución de plantaciones por otros cultivos como palma aceitera, maracuyá, cacao, piña, plátano, pastos, entre otros (COFENAC, 2012). Otros factores como la temperatura y la distribución de las lluvias, afectan la fenología del cultivo, su rendimiento, la calidad del cafeto e incluso la composición de los compuestos orgánicos de la bebida (Fournier y Di Stefano; Ruiz et al., 2009; Bertrand., 2012).

En este sentido es necesario reactivar la producción, con el uso de clones altamente productivos para suplir la creciente demanda por parte de la industria nacional, la que a su vez puede promover la competitividad del país en el mercado internacional. Se hace necesario, disponer de materiales de alto rendimiento y con buenas condiciones agronómicas y sanitarias, capaces de suplir este déficit de producción y las necesidades del mercado Industrial. De ahí que el propósito de la presente investigación fue evaluar el comportamiento agronómico, productivo y sanitario de 20 clones de *C. canephora* en la zona centro de Manabí, como una alternativa de producción para los productores. De esta manera se podrán seleccionar individuos para iniciar un programa de cruzamiento y por ende la obtención de híbridos sobresalientes, donde su adopción por parte de productor será de gran importancia económica por sus características de rendimiento, tolerancia a enfermedades y adaptación a diferentes ambientes.

## OBJETIVOS

### General.

Evaluar el comportamiento de selecciones avanzadas de café robusta para identificar los genotipos élites para usos en esquemas de cruzamientos.

### Específicos.

- Evaluar agronómicamente 20 clones de café robusta en Estación Experimental Portoviejo.
- Determinar variedades productivas de café robusta bajo condiciones del río Portoviejo.

## METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP Estación Experimental Portoviejo lote Teodomira, localizado en la parroquia

Dirección: Km 12 Vía a Santo Domingo, Cantón Portoviejo, Manabí  
Teléfono: (+593 3) 2420-317  
Email: [iniap@iniap.gob.ec](mailto:iniap@iniap.gob.ec)  
[www.iniap.gob.ec](http://www.iniap.gob.ec)



sembramos  
Futuro

León



Lodana del cantón Santa Ana, provincia de Manabí, presenta un bosque seco tropical de topografía plana, suelo franco arcilloso, con temperaturas promedios de 26,4°C, precipitaciones medias de 851,57mm y una humedad relativa de 81%, ubicada geográficamente a: 01°10'24'' de latitud sur y 80°23'24'' de longitud oeste, a 47 msnm<sup>6</sup>.

Se evaluaron 20 clones de café robusta, establecido mediante un diseño de bloques completos al azar y tres replicas, con una distancia de plantación de 2,5 x 2,0m (densidad 2000 plantas ha<sup>1</sup>), con adecuado manejo agronómico, bajo sombra temporal de plátano (*Musa spp*) utilizada por 2 años, y sombra permanente guaba (*Inga edulis*). Se aplicó riego suplementario en época de verano, con fertilización base NPK en dosis de 150 gramos planta. El control de malezas se lo realizó mediante la combinación de métodos mecánicos (Motoguadaña) y químicos. Las evaluaciones agronómicas se realizaron anualmente, utilizando la metodología descrita en el protocolo de evaluación y registro de datos agronómicos y productivos, desarrollado por el personal Técnico del Programa Nacional de Cacao y Café (Loor et al., 2016).

Las variables agronómicas fueron, altura de planta, diámetro de tallo, total de ramas, total de ramas productivas, longitud de rama, número de nudos, distancia de entrenudos y grado de compactación, así mismo se registró en rendimiento en kg/planta de café cereza en el segundo año de producción 2016. Los tratamientos se describen en la tabla 11.

**Tabla 11.** Clones de café robusta utilizados en el presente estudio.

Nº	CODIGO	CLON	PROCEDENCIA
1	T-1	LI-A13	EE-Central Amazónica
2	T-2	LB-A11	EE-Central Amazónica
3	T-3	LB-A10	EE-Central Amazónica
4	T-4	LF-A7	EE-Central Amazónica
5	T-5	LT-A2	EE-Central Amazónica
6	T-6	LE-A1	EE-Central Amazónica
7	T-7	LQ-A3	EE-Central Amazónica
8	T-8	LE-A7	EE-Central Amazónica
9	T-9	COF-001 ARB.2	EET-Pichilingue
10	T-10	COF-003 ARB.2	EET-Pichilingue
11	T-11	COF-003 ARB.7	EET-Pichilingue
12	T-12	COF-003 ARB.15	EET-Pichilingue
13	T-13	COF-004 ARB.7	EET-Pichilingue
14	T-14	COF-004 ARB.15	EET-Pichilingue
15	T-15	COF-005 ARB.16	EET-Pichilingue
16	T-16	NP-3018 ARB.19	EET-Pichilingue

Dirección: Km 12 Vías Santa Ana, Cantón Portoviejo, Manabí

Teléfono: (+593 5) 2420-317

Email: portoviejo@miap.gob.ec

www.inia.gov.ec

INIA-MHI. Anuarios meteorológicos, promedio de seis años, 2011-2016.



sembramos  
Futuro

Lenin



17	T-17	NP-2024 ARB.10	EET-Pichilingue
18	T-18	NP-4024 ARB. 4	EET-Pichilingue
19	T-19	NP-2024	EET-Pichilingue
20	T-20	NP-3013	EET-Pichilingue

## RESULTADOS

El rendimiento acumulado de cinco años en promedio de Kg/planta de los 20 clones de café robusta, fue  $\bar{Y} = 826 \pm 32 \text{ kg ha}^{-1}$ . En el análisis general, se observa una moda = 734 kg y mediana = 740 kg de que están distantes del promedio = 826 kg ha<sup>-1</sup>, además presentó asimetría = 1,28 y *p valor* = <0,001, situación que es indicativo de que para la variable rendimiento hay suficiente evidencia de que los datos no tienen una distribución normal.

La prueba de la normalidad de Shapiro Wilks, Tabla 12 permitió corroborar la tendencia de las distribuciones que resultaron estadísticamente “no normales”. Se realizó también la prueba F de homogeneidad de las varianzas donde se determinó que en la variable rendimiento, hubo heterocedasticidad, la varianza resultó homocedástica. Esto conlleva a la necesidad de dar énfasis en el uso de técnicas no paramétricas en los análisis estadísticos subsiguientes.

**Tabla 12.** Estadísticos de la variable rendimiento de 20 clones de café robusta probados en la EE-Portoviejo.

Estadístico	Rendimiento Kg ha <sup>-1</sup>
Media (kg ha <sup>-1</sup> )	826
Error típico (kg ha <sup>-1</sup> )	32
Mediana (kg ha <sup>-1</sup> )	740
Moda (kg ha <sup>-1</sup> )	734
Varianza	247547
Desviación estándar ((kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup> )	498
Curtosis	1,70
Coefficiente de asimetría	1,28
Coefficiente de variación (%)	60
Variación relativa (%)	3,9
Mínimo (kg ha <sup>-1</sup> )	128
Máximo (kg ha <sup>-1</sup> )	2727
Rango ((kg ha <sup>-1</sup> )	2599
Suma (kg ha <sup>-1</sup> )	199609



n	238
Intervalo de confianza (95%)	63
Límite inferior de $\mu$ (kg ha <sup>-1</sup> )	763
Límite superior de $\mu$ (kg ha <sup>-1</sup> )	889
Prueba de normalidad	<0,001
Distribución normal	No
Prueba F de varianzas:	2,476
Prueba F de la homocedasticidad	1,320
Varianza homogénea	No

En la tabla 13 Se observa el análisis de varianza no paramétrica de la prueba de *Kruskall* y *Wallis* (p valor 0,05) determinó que existen diferencias altamente significativas entre los 20 tratamientos de café robusta (*p valor* 0,0035), en la tabla 14 se puede observar que la variedad con mayor producción acumulado durante los cinco años de evaluación fue COF-003-A7 con 1523 Kg ha<sup>-1</sup>, siendo esta variedad diferente estadísticamente al resto de variedades evaluadas.

**Tabla 13.** Análisis de varianza por rangos de *Kruskall* y *Wallis* (KW) de la variable rendimiento en el ensayo de selección de clones de café robusta en la EE-Portoviejo

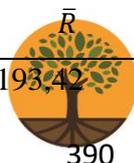
Número de clones	20
n observaciones	238
$\bar{L}_j$ (kg ha <sup>-1</sup> )	826 ± 32
Mediana (kg ha <sup>-1</sup> )	739
Estadístico H	39,74
p de Chi cuadrada	0,0035
Significación estadística	**

NS: No hay diferencia estadística entre clones de café robusta

\*\* : Hay diferencia significativa con el 99% de confianza

**Tabla 14.** Análisis de varianza por rangos de *Kruskall* y *Wallis* de la variable rendimiento de clones de café robusta en la EE-Portoviejo.

Clones	n	$\bar{R}$	Media	Rangos
				KW
COF-003-A7	12	193,42	1523	A



COF-004-A15	10	155,65	1011	AB
NP-3013	12	149,33	1012	AB
LB-A10	12	148,75	945	AB
LQ-A3	12	147,92	1045	AB
NP-4024-A4	12	129,46	901	BC
LE-A7	12	127,75	844	BC
COF-001-A2	12	124,00	863	BC
LE-A1	12	122,50	822	BC
LB-A11	12	119,96	813	BC
LF-A7	12	117,46	845	BC
COF-003-A2	12	115,21	779	BC
COF-004-A7	12	103,96	687	BC
LT-A2	12	103,79	716	BC
COF-003-A15	12	102,38	676	BC
COF-005-A16	12	98,63	642	BC
NP-3018-A19	12	88,54	696	C
NP-2024	12	86,50	621	C
LI-A13	12	85,58	583	C
NP-2024-A10	12	75,25	527	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

## CONCLUSIÓN

La evaluación productiva de las 20 clones de café robusta, ha permitido conocer que existen tres variedades potencialmente productivas, estas son COF-003-A7; COF-004-A15 variedades que destacan por reunir buenas características de selección bajo condiciones del valle del río Portoviejo.

## RECOMENDACIONES

1. Conservar en forma de colección las 20 clones de café robusta en los predios de la EE-Portoviejo, con la finalidad de conservar este importante pool genético.
2. Realizar ensayos regionales para determinar el potencial de rendimiento en otras zonas agroecológicas y la estabilidad de producción.
3. Realizar programas de mejoramiento genético, estableciendo esquemas de cruzamientos en café robusta apropiados para la fijación de genes de rendimiento con al menos los tres primeros clones con mayor producción de 1000 Kg h<sup>-1</sup> de café cereza.
4. Realizar estudios ecofisiológicos como nueva línea de investigación dentro de este rubro, mediante la aplicación de herramientas que determinen condiciones ecofisiológicas favorables a la especie.



**BIBLIOGRAFÍA**

Bertrand, B. Boulanger, R. Dussert, S. Ribeyre, F. Berthiot, L. Descroix, F. y Joët, T. (2012). "Climatic factors directly impact the volatile organic compound fingerprint in green Arabica coffee bean as well as coffee beverage quality", Food Chemistry, vol. 135, no. 4, 15 de diciembre de 2012, pp. 2575-2583, ISSN 0308-8146, DOI 10.1016/j.foodchem.2012.06.060.

COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional, EC). (2012). El sector cafetalero ecuatoriano (Diagnóstico). Portoviejo, Ecuador. Consultado el 22 de abril del 2013. Disponible en la página <http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/Diagnostico-2012.pdf>

Davis, A. Tosh, J. Ruch, N. Fay, M. (2011) Cultivo de café: Psilanthus (Rubiaceae) subsumido en la base de datos molecular y morfológica; implicaciones para el tamaño, morfología, distribución e historia evolutiva de Coffea. Bot J Linn Soc 167: 357-377. doi: 10.1111 / j.1095-8339.2011.01177.x

Enriquez, G. Duicela, L. (2014). Guía Técnica para la producción y postcosecha del café robusta. (COFENAC), (SICA). (1)259p.

Fournier, L. y Di Stefano, J. (2004). "Variaciones climáticas entre 1988 y 2001, y sus posibles efectos sobre la fenología de varias especies leñosas y el manejo de un cafetal con sombra en Ciudad Colón de Mora, Costa Rica", Agronomía Costarricense, vol. 28, no. 1, pp. 101-120, ISSN 2215-2202.

Guerrero, M. (2016). Rendimientos del café grano seco en el Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Quito Ecuador.

Leroy, T. De Bellis, F. Legnate, H. et al. (2014). El desarrollo de las colecciones núcleo para optimizar la gestión y la explotación de la diversidad del café *Coffea canephora*. Genética. Online ISSN 15736857. 142: 185. <https://doi.org/10.1007/s10709-014-9766-5>

Loor, R. Casanova, T. Plaza, L. (2016). Mejoramiento y homologación de los procesos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. Eds. Publicación Miscelánea No. 433, 1ª ed. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), EET-Pichilingue, Mocache, Ecuador. 103 p. ISBN: 978-9942-22-103-2.

Montagnon, C. Leroy T, Yapo, A. (1992) Diversite' ge'notypique et phe'notypique de quelques Groupes de cafe'iers (*Coffea canephora* Pierre) en la phe'notypique de quelques colección. Conse'quences sur leur la utilización en se'lection. Cafe' Cacao The' 36: 187-198

Musoli, P. Cubry, P. Aluka, P. Billot, C. Dufour, M. De Bellis, F. Pot, D. Bieysse, D. Charrier, A. Leroy, T. (2009) La diferenciación genética de las poblaciones silvestres y cultivadas: la diversidad de *Coffea canephora* silvestres y cultivadas: en Uganda. Genome 52: 634-646. doi: 10.1139 / G09-037



Plaza, L. Loor, R. Guerrero, H. y Duicela, L. (2016). Caracterización fenotípica del germoplasma de *Coffea canephora* Pierre base para su mejoramiento en Ecuador. *ESPAMCIENCIA*, 6(1).

Ruiz, L. Arizpe, N. Orellana, R. y Hernández, J. (2009). “Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México”, *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, vol. 34, no. 5, , pp. 322-329, ISSN 0378-1844.



**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**



**PROGRAMA DE FRUTICULTURA**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2020**



## INFORME TECNICO ANUAL 2020

1. **Programa:** Fruticultura, Estación Experimental Portoviejo.
2. **Director de la Estación Experimental Portoviejo:**  
Eddie Zambrano Zambrano
3. **Responsable del Programa en la Estación Experimental:**  
Ing. Geover Peña Monserrate
4. **Equipo técnico multidisciplinario I+D:**

### Programa Nacional de Fruticultura

M. Sc. William  
Viera (EESC)  
Ing. Geover Peña  
(EETP)  
Dr. Antonio  
Bustamante (EETP)  
Ing. Leonel Catagua  
(EETP)

### Sección Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV)

Dr. Ernesto Cañarte Bermúdez (EEP)  
M. Sc. Bernardo Navarrete (EEP)  
Ing. Alma Mendoza García (EEP)

### Sección Transferencia de Tecnología

Mg. Benny Avellan (EEP)

### Sección Planificación

Ing. Andrea Alava (EEP)

5. **Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo.
6. **Proyectos:**

5.1. Generación y evaluación de poblaciones segregantes de maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) y especies de pasifloras para selección de materiales promisorios con características de producción, calidad de fruta y buen comportamiento a marchitez.

Fuente de financiamiento: Gasto corriente EEP Portoviejo



**Presupuesto:** 2 000,00 USD  
**Fecha de inicio:** 2018  
**Fecha de término:** diciembre- 2024

## 7. Socios estratégicos para investigación:

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Portoviejo  
 Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Santa Ana  
 Ministerio de Agricultura y Ganadería.

## 8. Publicaciones:

**José Pico-Mendoza, Miryan Pinoargote, Luis Madrid, Juan Flor, Janner Álava, Gema Sancán, Carrasco Basilio, Ricardo Limongi, Geover Peña, Karla Quiroz (2020).** Germination capacity of *Annona deceptrix* (westra) h. rainer (annonaceae) an endemic and endangered species in Manabi, ecuador. *Indian Journal of Agricultural Research*, 54 (3), 329-335. DOI: 10.18805/IJARE.A-481

**Monteros-Altamirano, A., Paredes, D., Buitrón-Bustamante, J., Tapia, C., & Peña, G. (2020).** Genetic diversity of sweet potatoes [*Ipomoea batatas* (L) Lam.] in Ecuador. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-14. Publicado: 05 agosto 2020. DOI: 10.1007/s10722-020-00987-4.

### Libro

**Naranjo, E .; Rosero, L .; Tapia, C .; Monteros-Altamirano, A .; Tacán, M., Lima, L .; Peña, G .; Paredes, N .; Villarroel, J. (2020).** Ecuadorian catalogue of wild species related sweetpotato, rice, lima bean, potato, eggplant. INIAP. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos. Estación Experimental Santa Catalina. Publicación miscelánea No. 455. Mejía-Ecuador. INIAP-Global Crop Diversity Trust. 24p. Publisher: April 2020, Global Crop Diversity Trust ISBN: 978-9942-22-426-2

## 9. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:

Geover Peña Monserrate. (2020). Encuentro virtual “Cooperación Sur-Sur entre organizaciones de productores: mecanismo de ahorro y soluciones para el financiamiento. Realizado el día 29 de mayo de 2020. Duración 2 horas. Quito, 29 de mayo de 2020.

Geover Peña Monserrate. (2020). Encuentro virtual Comunicación rural: TIC y medios comunitarios al servicio de la agricultura familiar frente a la crisis” realizado el día 16 de junio de 2020. Duración 2 horas. Quito, 16 de junio de 2020

Geover Peña Monserrate. (2020). Has attended the following Elsevier, 1er Encuentro Académico Virtual / Ecuador at Se certifica su participación durante toda la semana (22 al 26 de Junio), on Monday 22 June, 2020 Presented by Karen Angulo, Customer Consultant, Melita Perez, Customer support.



Geover Peña Monserrate. (2020). Webinar: “Frutales amazónicos y su importancia en el escenario actual”, dictado por Yadira Vargas MSc, Programa de Frutales Estación Experimental Central Amazonía.

Geover Peña Monserrate. (2020). Webinar: “Frutales amazónicos y su importancia en el escenario actual”, dictado por Yadira Vargas MSc, Programa de Frutales Estación Experimental Central Amazonía. Quito, 15 de mayo 2020.

Geover Peña Monserrate. (2020). Webinar: Control Biológico en Ecuador. Duración 1 hora. Quito, 8 de mayo de 2020.

## 10. Propuestas presentadas:

### Propuesta 1.

**Título:** Comportamiento productivo y sanitario de tres materiales promisorios de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis flavicarpa* Deg.) en cuatro provincias del litoral ecuatoriano.

**Tipo propuesta:** Protocolo de investigación.

**Fondos o Convocatoria:** Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo

**Fecha presentación:** Agosto de 2019.

**Responsable:** Ing. Geover Peña

**Equipo multidisciplinario:** Dr. Ernesto Cañarte, M.Sc. Bernardo Navarrete, Ing. Alma Mendoza y Ing. Benny Avellán (EEP); M.Sc. Ricardo Moreira (EELS); Dr. Antonio Bustamante e Ing. Leonel Catagua (EETP); M.Sc. Victor Cevallos (EESD).

**Presupuesto:** USD 1,500

**Duración proyecto:** 24 meses.

**Estado:** En ejecución

**Fecha de inicio:** Enero de 2020

## 11. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:

**Actividad 1:** Conservación y mantenimiento de colecciones de cítricos, vid, mango, marañón, tamarindo y especies en peligro de extinción.

**Responsable:** Ing. Geover Peña Monserrate

### Antecedentes:

El Programa de Fruticultura de la Estación Experimental Portoviejo desde sus inicios en 1981, estableció las primeras colecciones de especies frutícolas en la Granja experimental “La Teodomira” con la finalidad de rescatar y conservar la



variabilidad genética de estas especies. Actualmente, se cuenta con seis colecciones, entre ellas, la colección de cítricos, colección de variedades de mango, colección variedades de vid, colección de marañón, colección de tamarindo y finalmente la colección de especies tradicionales y no tradicionales de especies frutícolas. Las variedades y especies que conforman cada una de estas colecciones constituyen una valiosa fuente de genes para la potencialización para el desarrollo de investigaciones técnico-científico y agroindustriales, además de ser una base genética para trabajos para botánicos, genetistas, fitopatólogos y entomólogos.

### **Objetivos específicos:**

1. Conservar y mantener seis colecciones de especies frutícolas tradicionales y no tradicionales en la EE-Portoviejo.
2. Sensibilizar y fortalecer el conocimiento científico orientado a la optimización de la conservación y uso de los recursos fitogenéticos.

### **Metodología:**

#### **Ubicación**

Las colecciones se encuentran ubicadas en los predios de la granja experimental La Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana, del cantón Santa Ana, la granja se encuentra en una altitud de 56 msnm y con coordenadas geográficas de 1° 10' 00'' de latitud Sur y 80° 23' 00'' de longitud Oeste.

#### **Características edafo-climáticas\***

Zona climática	Trópico seco
Temperatura promedio	25,9 °C
Precipitación media anual	524,70 mm
Humedad relativa promedio	82%

\* Datos correspondientes a la media anual de los últimos 10 años (INAMHI).

#### **Características del campo experimental**

Las colecciones se encuentran establecidos en el lote número cuatro en La “Teodomira” ocupando una superficie de 1.500 ha.

#### **Cítricos**

Se conservan en campo 24 accesiones. Sembradas en un diseño experimental completamente al azar con diferente número de observaciones (plantas). Cada unidad experimental está constituida por cada *accesión* bajo estudio. Cada



accesión cubre un área de 144 m<sup>2</sup>, con una distancia entre planta y accesión de 6 x 6 m., en un sistema de siembra de marco real o cuadrado. La lista de las 24 accesiones de cítricos conservadas se detalla en tabla Tabla 7.

### **Variedades de Mango**

Colección conservada en campo con 14 accesiones, sembradas en un diseño experimental completamente al azar con diferente número de observaciones (plantas). Cada accesión o tratamiento cubre un área de 324 m<sup>2</sup> con una distancia entre hilera y planta de 9 x 9 m. en un sistema de siembra de marco real o cuadrado.

### **Variedades Vid**

Colección conservada en campo con 12 variedades, sembradas en un diseño experimental completamente al azar con diferente número de observaciones (plantas). Cada accesión o tratamiento cubre un área de 60 m<sup>2</sup> con una distancia entre hilera y planta de 3 x 4 m. en un sistema de siembra de marco real o cuadrado.

### **Colección de marañón**

Colección conservada en campo con 12 morfotipos, sembradas en un diseño experimental completamente al azar con diferente número de observaciones (plantas). Cada accesión o tratamiento cubre un área de 81 m<sup>2</sup> con una distancia entre hilera y planta de 9 x 9 m. en un sistema de siembra de marco real o cuadrado.

### **Colección de tamarindo**

Colección conservada en campo con 20 morfotipos, sembradas en un diseño experimental completamente al azar con diferente número de observaciones (plantas). Cada accesión o tratamiento cubre un área de 144 m<sup>2</sup> con una distancia entre hilera y planta de 6 x 6 m. en un sistema de siembra de marco real o cuadrado.

### **Manejo agronómico de las colecciones**

Se realizaron labores culturales como: ocho controles mecanizados de malezas (uso de motoguadaña), combinando con cuatro controles químicos mediante aplicación del herbicida Paraquat 100 ml/20 l de agua por hectárea, aplicación de fertilizantes dos veces al año, a la entrada y salida de la época lluviosa, en cada una de ellas se utilizó fertilizante completo 10-30-10 y urea 46% N en dosis por árbol de 200 y 150 g, en su orden; una poda fitosanitaria anual en el mes de agosto y protección de los cortes mediante la aplicación de una pasta a base de cobre, que consistió en una mezcla de una parte de cuprofix + agua o una pasta de cobre nordox + cinco partes de cal agrícola + agua.



## Resultados:

### Colección de cítricos:

Los cítricos destacan por su contenido en flavonoides, folatos, vitamina C y potasio; nutrientes que, juntos, forman una barrera protectora frente a las enfermedades cardiovasculares, por ejemplo para los deportistas, los cítricos, y especialmente las naranjas (por su potasio, vitamina C y carotenoides), son una alternativa válida para reponer los minerales y el líquido perdidos después de la actividad física. En este informe se explica la importancia de la conservación de 25 variedades de cítricos. Estas con la aplicación de las prácticas agronómicas recomendadas para el manejo, se ha logrado mantener en campo de manera adecuada. En la tabla 1 se detallan las variedades conservadas en los predios de la granja experimental La Teodomira de la EE-Portoviejo.

**Tabla 1.** Lista de las 59 accesiones de la colección de cítricos conservadas en la EET-Portoviejo, 2020.

N°	ECU	Variedades	Nombre científico
1	18372	Carrizo Citrange	( <i>Citrus sinensis</i> (L) Osbeck x <i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.)
2	11290	Swingle Citrumelo	<i>Citrus paradisi</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>
3	18381	Limón Tahiti	<i>Citrus</i> × <i>limonia</i>
4	18382	Limón sutil	<i>Citrus</i> × <i>limonia</i>
5	11275	Cleopatra	<i>Citrus reshni</i> Hort. ex Tanaka
6	11274	Mandarina King	<i>Citrus nobilis</i>
7	18384	Mandarina Chonera	<i>Citrus reticulata</i>
		Rubidoux Sour	
8	18387	Orange	<i>Citrus aurantium</i> L
9	11257	Olinda Valencia	<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck Osbeck
10	11263	Naranja Pera	<i>Citrus lumia</i> Risso
11	11268	Pinneapple	<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck Osbeck
		Valencia (old bud	
12	11253	line)	<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck Osbeck
13	18389	Frost Valencia	<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck Osbeck
14	18391	Naranja criolla 1	<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck Osbeck
15	11252	Duncan	<i>Citrus paradisi</i>
16	18395	Pomelo	<i>Citrus máxima</i>
			<i>Citrus paradisi</i> x <i>Citrus</i>
17	11287	Tangelo orlando	<i>reticulata</i>
			<i>Citrus reticulata</i> × <i>Citrus</i>
18	18397	Tangor Murcott	<i>sinensis</i>
			<i>Citrus reticulata</i> × <i>Citrus</i>
19	11289	Tangor temple	<i>sinensis</i>
20	18400	Frost marsh	<i>Citrus paradisi</i>
			<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck
21	---	Campbell valencia	Osbeck
			<i>Citrus paradisi</i> x <i>Citrus</i>
			<i>reticulata</i>

			<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck
23	---	Butler Valencia	Osbeck
24	---	Pomelo blanco	<i>Citrus máxima</i>
			<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck
25	---	Washington navel	Osbeck

**Colección de vid:**

Durante el 2020 se realizaron acciones en 12 variedades de vid para la conservación *ex situ* en los predios de La Teodomira de la EE-Portoviejo. A continuación se describe algunas de las variedades conservadas:

- 1. Colombard** es una variedad de uva blanca de origen francés, se conservan cuatro plantas en campo de esta variedad, es resultado de un cruce entre las variedades gouais blanc y la chenin blanc, La colombard es conocida con los siguiente sinónimos: bardero, blanc emery, blanquette, bon blanc, koejawel bom, chabrier vert, charbrier vert, colombar, colombeau, colombie, colombier, coulombier, cubzadais, donne rousse, donne verte, french colombard, gros blanc doux, gros blanc roux, guenille, kolombar, martin cot, pied tendre, quene tendre, quene vert, queue tendre, queue verte y west's white prolific (Maul y Topfer, 2015).

Esta variedad es utilizada específicamente en la elaboración de brandies, ya que necesitan vinos de gran acidez para destilar. Es una variedad que se ve afectada por enfermedades como la podredumbre y el oídio. En cuanto a las características específica esta uva es de floración precoz, baya de tamaño mediana, uniforme y elíptica corta, de color verde amarillenta y de racimo entre mediano y corto (Foto 1); en relación al grado de madurez fisiológica se encuentra entre media a tardía pero de gran productividad.



**Foto 1.** Variedad de uva Colombard conservada en los predios de la granja La Teodomira de la EE-Portoviejo, 2020.

- 2. Riesling** es una variedad o casta de uva blanca originaria de la región del Rin, en Alemania (Maul y Topfer, 2015), se conservan cuatro plantas en campo de esta variedad. Racimos muy pequeños, compactos, con pedúnculo muy corto, tiene distribución de granos muy uniforme y de difícil desprendimiento.



Los frutos o bayas son de tamaño pequeño, con epidermis verde pálido que pasa a intenso en sobremaduración, con estomas muy visible y abundante pruina, de perfil circular aplanado (Foto 2). De pulpa no pigmentada, blanda, succulenta y de alto rendimiento en el prensado, posee unos aromas peculiares.



**Foto 2.** Variedad de uva Riesling conservada en los predios de la granja La Teodomira de la EE-Portoviejo, 2020.

**3. Ribera del Duero** es una denominación de origen a la que se acogen viñedos localizados en Castilla y León (España), la planta es de brotación y maduración temprana, racimos grandes y compactos, las bayas son grandes (Foto 3), y con el hollejo grueso, esta variedad es muy sensible al oídio y a la polilla, así como al mildiu. Salazar y López, 2016).



**Foto 3.** Variedad de uva Ribera del Duero conservada en los predios de la granja La Teodomira de la EE-Portoviejo, 2020.

**4. Tempranillo** se llama así, porque las uvas se recogen antes que otras variedades (más temprano). En los predios de la granja La Teodomira se conservan cinco plantas en campo. Es una uva con notas muy frutales y aromáticas.



**Foto 4.** Variedad de uva Tempranillo conservada en los predios de la granja La Teodomira de la EE-Portoviejo, 2020.

**5. Cardinal** es una uva de mesa tinta producida por primera vez en California en 1939. La uva es un cruce entre las uvas de mesa flame seedless (o flame tokay) y ribier. Se conservan cinco plantas en campo todas en buen estado (Robinson, 2006). Tiene como sinónimos Apostoliatiko, Francesa, Kardinal, Karaburnu Rannii, Rannii Carabournu. Posse bayas de color negro azulada, rojo violácea, de forma esférica y de tamaño grande.



**Foto 5.** Variedad de uva Cardinal conservada en los predios de la granja La Teodomira de la EE-Portoviejo, 2020.

En la tabla 1 se detalla el listado completo de las 12 variedades de uva, mismas que se conservan en la granja la Teodomira de la EE-Portoviejo.

**Tabla 1.** Lista de las 12 variedades de la colección de vid conservadas en la EE-Portoviejo, 2020.

1	Colombar	4
2	Riesling	5
3	Ribiera	5
4	Tempranillo	5
5	MS-237	5
6	Patagonia	5
7	Exótica	5
8	Patricia	5
9	Ribol	5
10	Rubí	5
11	Serna	4
12	Cardinal	2

**Colección de mango:**

Durante el 2020 se realizaron acciones en 14 variedades de mangos para la conservación *ex situ* en los predios de La Teodomira de la EE-Portoviejo. A continuación se describe las variedades conservadas:

**Tabla 2.** Variedades de mangos conservadas en la granja Teodomira, de la EE-Portoviejo, 2020.

Nº.	Variedades	Nº Plantas
1	Carofili	6
2	Keen	5
3	Palmer	6
4	Tommy Akins	6
5	Irwin	1
6	Chico y grande	13
7	Alcanfor	1
8	Mango de chupar	28
9	Mango amarillo	7
10	Reyna del mango manzana	1
11	Mango de zapallo	4
12	Miguelillo rojo	1
13	Miguelillo amarillo	3
14	Seda alcanfor	1
Total		59

**Colección marañón**

Durante el 2020 se realizaron acciones en 12 morfotipos de marañón para la conservación *ex situ* en los predios de La Teodomira de la EE-Portoviejo. Estas plantas provenientes de la Estación Experimental de Dirección General de Servicios Agrícola (Digesa) ubicada en la entrada de la ciudad de Retahulen, Guatemala.



### Colección tamarindo

Como resultado de diversas visitas a 32 fincas correspondientes de 22 localidades de nueve cantones entre las provincias de Manabí, Guayas y Loja, 20 accesiones de tamarindo están conservadas en los predios de la granja La Teodomira de la EE-Portoviejo. En la tabla 3 se presenta en resumen el número de accesiones conservadas.

**Tabla 3.** Accesiones de tamarindo conservadas en la granja Teodomira, de la EE-Portoviejo, 2020.

Nro. Parcela	Accesiones	Localidad		
		Sitio	Ciudad	Prov.
1	TI-ECUM-001			
2	TI-ECUM-002	Joa		
3	TI-ECUM-003			
4	TI-ECUM-004		Jipijapa	
5	TI-ECUM-005	Cantagallo		
6	TI-ECUM-007	Maconta		
7	TI-ECUM-009	Tabacales		Manabí
8	TI-ECUM-10	Valdez		
9	TI-ECUM-013	La Horma		
10	TI-ECUM-014	Las Flores		
11	TI-ECUM-015	Zapatón	Rocafuerte	
12	TI-ECUM-016			
13	TI-ECUM-018	El Blanco		
14	TI-ECUM-026	El Guarango		
15	TI-ECUG-027	Valle de la Virgen	Pedro Carbo	Guayas
16	TI-ECUL-029			
17	TI-ECUL-030		Zapotillo	Loja
19	TI-ECUL-031	Garza Real		
20	TI-ECUL-032			

### Colección de especies tradicionales y no tradicionales:

Como resultado de diversas misiones de colectas e introducciones, en los predios de la EE-Portoviejo se conservan un total de 12 accesiones de 11 especies frutícolas tradicionales y no tradicionales, las mismas que son conservadas en campo en buenas condiciones. En tabla 4 se presenta en resumen el número de accesiones conservadas.

**Tabla 4.** Variedades de especies frutícolas tradicionales y no tradicionales conservadas en la granja Teodomira, de la EE-Portoviejo, 2020.



Mamey Cartagena	3
Anona	2
Chirimoya	5
Caimito verde	2
Pomarrosa	1
Marañón	5
Guanábana	6
Carambola	1
Caimito morado	2
Mamey colorado	1
Guayaba	1

### Conclusiones y Recomendaciones:

El potencial de los recursos genéticos de especies frutícolas en la costa ecuatoriana es todavía amplio y diverso. Desde hace años se conservan en el INIAP varias colecciones de estos que no han sido caracterizadas, o están en activo proceso de caracterización con la finalidad de identificar materiales promisorios para el mercado nacional e internacional.

### Referencias:

Maul, E., & Töpfer, R. (2015). Vitis International Variety Catalogue (VIVC): A cultivar database referenced by genetic profiles and morphology. In BIO Web of conferences (Vol. 5, p. 01009). EDP Sciences. <http://www.vivc.de/index.php?r=passport%2Fview&id=2771>

J. Robinson (2006) "The Oxford Companion to Wine" 3.<sup>a</sup> edición pg 139 Oxford University

### Actividad 2.

Comportamiento productivo y sanitario de tres materiales promisorios de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis flavicarpa* Deg.) en cinco provincias del Litoral ecuatoriano.

**Responsable:** Ing. Geover Peña Monserrate

**Colaboradores:** Ing. William Viera; Ing. Alma Mendoza y Dr. Ernesto Cañarte Bermudez

### Antecedentes:

La maracuyá es un cultivo de gran importancia social y económica en nuestro país, destacando que Ecuador es el principal exportador mundial de concentrados de este rubro, aportando de esta manera significativas divisas al Estado, además de constituirse en una fuente de ingresos para el productor y generando mano de obra de manera directa e indirecta en el sector rural del litoral ecuatoriano. El cultivo de maracuyá a nivel nacional ocupa una superficie de 28.747 hectáreas. INIAP (2017). Las principales



zonas de producción están ubicadas en las provincias de Manabí, Esmeraldas, Los Ríos, Guayas, El Oro y en algunas zonas de Santo Domingo de los Tsáchilas. Los rendimientos promedio a nivel nacional alcanzan las 3,92 T/ha de acuerdo a datos citados por el SINAGAP (2017).

El Programa de Fruticultura del INIAP de la Estación Experimental Portoviejo durante los años 2008 y 2009, ha venido realizando investigaciones en el cultivo de maracuyá, como resultados de estas, en el 2008 se formaron cinco poblaciones nuevas, mediante la selección masal, éstas provenientes de un material introducido de Brasil en el 2007, estas nuevas poblaciones fueron evaluadas y presentaron características agronómicas y productivas sobresalientes en comparación a las cultivadas en ese momento (INIAP, 2009). Como resultado de estas evaluaciones se origina la “Variedad de Maracuyá INIAP-2009”.

Continuando con las investigaciones en el 2010 se desarrollaron nuevas líneas de maracuyá a partir de esta nueva variedad (INIAP-2009) realizando selecciones individual y masal, obteniendo 29 líneas, posteriormente en una primera instancia se seleccionaron 20 líneas promisorias, de estas se seleccionaron 10 con rendimiento de más de 30 000 Kg/ha-1, (INIAP, 2010).

Las evaluaciones continuaron hasta el 2015, donde finalmente se seleccionaron cinco poblaciones siendo estas la Pob. 2; Pob. 5; Pob. 7; Pob. 10 y Pob. 19, estas fueron evaluadas en un proceso de validación multiambiente por dos años, en las provincias de Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas y Los Ríos. De este estudio se logró identificar tres poblaciones promisorias siendo la Pob. 7; Pob. 10 y Pob. 19; con rendimientos superiores a 20 000 Kg/ha-1 y de excelente calidad. (INIAP, 2015). No obstante, de la importancia de este cultivo, en otras zonas productoras de este rubro, no han sido evaluadas, por lo que es necesario realizar este estudio para poder determinar su comportamiento y seleccionar el mejor material para su posterior liberación comercial de maracuyá en el Litoral ecuatoriano.

En los actuales momentos la agroindustrias e instituciones no gubernamentales tienen interés en realizar investigaciones participativas en el cultivo de maracuyá, por lo que es pertinente realizar nuevas evaluaciones multiambientes en zonas productoras, con el propósito de identificar materiales adaptados y con buen comportamiento productivo, mismos que ofrezcan los requerimientos de producción y calidad que exige la agroindustria.

### Justificación

Las mayores pérdidas de la producción de maracuyá en el país se deben a problemas causados por plagas y manejos en pre y post cosecha que representan en conjunto perdidas de alrededor del 35%, lo que requiere soluciones integrales de manejo. La E.E. Portoviejo en el 2009 a través del programa de Fruticultura Portoviejo seleccionó una variedad con un gran potencial en producción y calidad, sin embargo, este material presenta problemas, especialmente a marchitez (*Fusarium sp.*), (INIAP, 2016).

Esto se acentúa aún más si en este cultivar no existe un manejo agronómico adecuado, ocasionando alta incidencia de problema fitosanitarios, repercutiendo negativamente en la baja productividad y calidad de la fruta. Esta situación se agrava con el uso de



variedades comercializadas de dudosa procedencia y calidad, además de la utilización de semillas recicladas y reproducidas por el agricultor sin el debido criterio técnico.

En los últimos años la producción de maracuyá ha adquirido mayor importancia en nuestro país, ya que al presentar condiciones agroecológicas óptimas para su producción, determina un gran potencial de desarrollo y tecnificación, situación que ha dirigido a que las investigaciones en este rubro se enfoquen a la obtención de variedades mejoradas, tolerantes a enfermedades, con gran productividad y calidad, en procura de mejorar el ingreso económico y la calidad de vida de los pequeños y medianos productores.

## Objetivos:

### General.

Evaluar el potencial productivo y calidad de fruta de tres materiales promisorios de maracuyá amarillo en cuatro localidades del litoral ecuatoriano.

### Específicos.

1. Determinar el comportamiento agronómico, productivo de tres materiales promisorios de maracuyá amarillo, en cuatro localidades del litoral ecuatoriano
2. Determinar la calidad de frutos en postcosecha de tres materiales promisorios de maracuyá amarillo en cuatro localidades del litoral ecuatoriano.

### Metodología:

La presente investigación se realizará en cuatro localidades maracuyeras de los cantones de Santa Elena, Pedro Carbo, Mocache y Santo Domingo, consideradas zonas de mayor producción de este cultivo; la identificación y selección de los productores colaboradores se realizará con el apoyo de técnicos extensionistas de Quicornac, Ecuaquímica, Gobierno Provincial en los territorios en mención.

El ensayo inició en el mes de Enero de 2020, donde se establecieron en el campo de las cuatro localidades del presente estudio, una vez iniciado la etapa productiva del cultivo se iniciará con el registro de datos agronómicos, productivos y calidad de fruta en cada una de las localidades, actividad que realizarán los técnicos de las empresas que colaboran en el presente estudio, previo a una capacitación por técnicos de la EE-Portoviejo del INIAP, los datos registrados serán enviados a la base de datos del Programa de Fruticultura de la EE-Portoviejo de manera periódica, se prevé finalizar con la evaluación agroproductiva y calidad de fruta en junio del año 2021 para posteriormente en tres meses emitir el informe técnico del ensayo en las cuatro localidades, mismo que será preparado conjuntamente con técnicos de la EE- Portoviejo y de las empresas involucradas.

La siembra del ensayo en cada localidad se la realizó de acuerdo a una programación y a disponibilidad de plantas obtenidas en el vivero de la EE- Portoviejo. El manejo agronómico y fitosanitario del cultivo se realizó en base a las recomendaciones técnicas del Programa de Fruticultura y Departamentos de apoyo del INIAP.



## Características climáticas de cuatro localidades de tres provincias del litoral ecuatoriano.

Las características climáticas de cada una de las localidades se detallan en el Tabla 5.

**Tabla 5. Características climáticas de cuatro localidades del litoral ecuatoriano.**

CANTONES	TEMPERATURA (Grados centígrados)	PRECIPITACIONES (mm. anual)	HUMEDAD RELATIVA %	HELIOFANIA. (Horas sol/año)
Pedro Carbo	25,0	367,0	77,4	1402,6
Mocache	26,4	2520	85	1257,54
Santo domingo	24,26	3088	770,06	770,06
Santa Elena	26,5	450,0	86,4	420,23

Fuente: INAMHI 2020

## 6. Factores en estudio

Tres poblaciones promisorias de maracuyá, más dos testigos son llevados a etapa de validación y comprobación en cuatro localidades maracuyeras de las Provincias de Santa Elena, Guayas, Los Ríos y Esmeraldas.

## 7. Tratamientos

### Materiales promisorios de maracuyá amarillo

#### a. Tratamientos experimentales

1. EEP-19
2. EEP-10
3. EEP-7

#### b. Tratamientos testigos

4. Variedad INIAP-2009
5. Variedad criolla

## 8. Delineamiento experimental (Figura 1)

Número de plantas de la parcela útil: 4 Área de parcela: (10 m x 6) 60 m<sup>2</sup>

Dirección: Km 16,5 en la vía a San Lorenzo  
Teléfono: (+593 5) 2420-317  
Email: portoviejod@iniap.gob.ec  
www.iniap.gob.ec

Diseño de Bloques Completos al Azar  
Número de repeticiones: 3



sembramos  
Futuro

Lenín



Número de tratamientos: 5  
 Número de parcelas: 15  
 Distancia entre plantas: 5 m  
 Distancia entre hileras: 3 m  
 Distancia entre repetición: 5 m  
 Número de plantas por parcela: 4  
 Número de plantas de la parcela útil: 4  
 Área de parcela: (10 m x 6) 60 m<sup>2</sup>  
 Área total del ensayo: (55x21) 1155 m<sup>2</sup>

## 9. Diseño experimental

El experimento se estableció mediante un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres réplicas comprendidas por cuatro plantas por tres materiales promisorios y dos testigos en cada réplica.

**Tabla 6.** Esquema del Análisis de Varianza simple.



Fuente de variación	de G.L.
Total	14
Tratamientos	4
Repeticiones	2
Error	8

### Análisis estadístico

El análisis de la información se efectuará mediante el programa IBM SPSS Statistics 21. Se realizará estadística descriptiva, mediante los estadígrafos: mínimo, máximo, media, desviación típica y varianza.

Se realizó la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para la verificación del supuesto de homogeneidad de varianza. Luego se ejecutaran análisis de varianza simple con las

variables respuestas; para establecer las diferencias estadísticas se utilizó la prueba de Tukey al 5% de significación estadística.

### **Datos registrados**

### **Datos Productivos**

Para la productividad, se consideró el número de plantas en la parcela y el número de plantas por hectárea, así como el espacio utilizado en el experimento. (HAFLE et al., 2009; JESUS et al., 2016).

Se registraron desde el inicio de la producción en cada uno de los materiales, producción que se estima a de cuatro a cinco meses plantados.

### **Número de frutos por planta**

Se registró el número total de frutos sanos y fisiológicamente maduros por plantas en función y frecuencia de cosechas.

### **Peso de fruto por planta (g)**

En cada cosecha se registró el peso total de frutos cosechados por planta utilizando una balanza de precisión.

### **Manejo del cultivo**

El manejo del cultivo de maracuyá se lo realizará de acuerdo a las condiciones ambientales de cada localidad y serán supervisadas por técnicos especialistas en el área agronómica y de protección vegetal de las estaciones experimentales del INIAP cercanas a cada localidad y además con el apoyo de la empresa privada, que conjuntamente desarrollaran un paquete tecnológico que acompañara el manejo y desarrollo del cultivo. En los siguientes ítems se detalla un manejo básico.

### **Siembra en vivero**

La siembra se realizó en el vivero, en el mes de octubre de 2019, en vasitos plásticos, depositando dos semillas previamente tratadas con el fungicida vitavax lo que asegurará la presencia de por lo menos una planta por sitio al momento del trasplante.

## Trasplante en campo definitivo

Esta labor se efectuó a los 75 días después de la siembra en el semillero, las distancias utilizadas en el campo fueron de 5 m entre planta y 3 m entre hileras.

## Podas

Las plantas se desarrollarán en el sistema de conducción tipo espaldera, con una sola cuerda de alambre colocada a dos metros de altura. A medida que las plantas comenzarán a crecer y a emitir ramificaciones laterales se las irá podando hasta dejar una sola rama que crecerá sin competencia hasta llegar al alambre donde se las “decapitará” con el fin de abrir dos brazos, uno a cada lado del mismo, que serán podadas en sus extremos con el fin de permitir brotaciones laterales para formar la cortina que colgara hacia el suelo.

Posteriormente, aquellas ramas cuyos frutos estarán en contacto con el suelo, se las podará de arriba, muy cerca del alambre, dejando tres yemas superiores con el fin de que broten y emitan flores nuevas para las cosechas posteriores.

## Fertilización

Para diagnosticar y evaluar el estado nutricional del suelo, las empresas responsables de cada localidad realizarán análisis químico preferiblemente en un mismo laboratorio especializado para homogenizar los resultados, con el fin de conocer los requerimientos nutricionales.

Se efectuaron aplicaciones mensuales de fertilizantes, siguiendo las recomendaciones y experiencias del Programa de Fruticultura de la Estación Experimental Portoviejo, del INIAP (Valarezo et al, 2016), usando Urea como fuente de Nitrógeno, acompañado en cada oportunidad con aplicaciones de potasio (Murianto de potasio). La dosis requerida de cada fertilizante dependerá de los resultados del laboratorio.

## Riego

Durante la época seca se suministrará por plantas riegos suplementarios, los mismos que se realizarán cada 10 días.

## Control de malezas

Se realizará dos deshierbas manuales, y controles químicos en preemergencia en dosis de 50g/20 L de agua. En post emergencia se efectuaron aplicaciones de quemantes en dosis de 100ml/20 L de agua, además siguiendo las recomendaciones y experiencias del



Programa de Fruticultura de la Estación Experimental Portoviejo, del INIAP (Valarezo et al, 2016).

### Controles fitosanitarios

Para los controles fitosanitarios se seguirán las recomendaciones y experiencias del Departamento Nacional de Protección Vegetal del INIAP, y siguiendo las recomendaciones y experiencias del Programa de Fruticultura de la Estación Experimental Portoviejo, del INIAP (Valarezo et al, 2016).

### Cosecha

La cosecha de los materiales en estudio, se iniciarán a partir de los cuatros a cinco meses después de la siembra, esta labor se la realizará semanalmente.



### Resultados:

#### Localidad Portoviejo

#### Rendimiento Kg/planta

El rendimiento acumulado de siete meses de evaluación en promedio Kg/planta de los cinco materiales de maracuyá en estudio fue de  $\bar{Y} = 12,56 \pm 7,30$  kg/planta. En el análisis general, se observa una moda de = 19 Kg/planta y mediana = 13,50 kg/planta de que están cercanos del promedio = 12,56 kg/planta, además presentó asimetría = -0,08 y  $p$  valor = 0,0658, situación que es indicativo de que para la variable rendimiento hay suficiente evidencia de que los datos tienen una distribución normal. (Tabla 7). La prueba de la normalidad permitió corroborar la tendencia de las distribuciones que resultaron estadísticamente “normales”. Esto conlleva a la necesidad de dar énfasis en el uso de técnicas paramétricas en los análisis estadísticos subsiguientes.

**Tabla 7.** Estadísticos de la variable rendimiento de cinco poblaciones de maracuyá amarillo evaluados en la EE-Portoviejo.

Estadístico	Portoviejo
	o
Media (kg/planta)	12,56
Error típico (kg/planta)	1,14
Mediana (kg/planta)	13,50
Moda (kg/planta)	19
Varianza	51,97



Desviación estándar (kg/planta)	7,30
Kurtosis	-0,90
Coefficiente de asimetría	-0,08
Coefficiente de variación (%)	58,12
Mínimo (kg/planta)	0,0
Máximo (kg/planta)	27,49
Rango (kg/planta)	27,49
Suma (kg/planta)	514,91
n	41
Prueba de normalidad	0,0658 <sup>ns</sup>
Distribución normal	Si

En la tabla 8 Se observa el análisis de varianza paramétrica (p valor 0,05) determinó que existen diferencias altamente significativas entre las cinco poblaciones de maracuyá (*p* valor 0,0015\*\*), en la tabla 9 se puede observar que la población de maracuyá con mayor producción acumulado durante los siete meses de evaluación fue Pob-7 con 18,16 Kg/planta, siendo esta población diferente estadísticamente al resto de poblaciones evaluadas.

**Tabla 8.** Análisis de varianza de la variable rendimiento en el ensayo de Comportamiento productivo de cinco poblaciones de maracuyá amarillo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	804,12	4	201,03	5,45	0,0015**
Error	1326,69	36	36,85		
Total	2130,81	40			

**Tabla 9.** Análisis de varianza de la variable rendimiento de cinco poblaciones de maracuyá amarillo en la EE-Portoviejo.

TRATAMIENTO	Medias
EEP 7	18,16 A
EEP 10	14,83 A B
INIAP-2009	14,74 A B
EEP 19	10,99 A B
Criolla	4,64 B

**Número de frutas/planta**

La producción de frutos por planta acumulado de siete meses de evaluación en promedio por planta de los cinco materiales de maracuyá en estudio fue de  $\bar{Y} = 51,73 \pm 29,28$  frutos/plantas. En el análisis general, se observa una moda de = 47 fruto/planta y mediana = 33,0 fruto/planta de que están cercanos del promedio = 51,73 frutos/plantas, además



presentó asimetría = 0,02 y  $p$  valor =  $p$  valor 0,2868, situación que es indicativo de que para la variable rendimiento hay suficiente evidencia de que los datos tienen una distribución normal. (Tabla 8).

La prueba de la normalidad permitió corroborar la tendencia de las distribuciones que resultaron estadísticamente “normales”. Esto conlleva a la necesidad de dar énfasis en el uso de técnicas paramétricas en los análisis estadísticos subsiguientes.

**Tabla 8.** Estadísticos de la variable número de frutos por plantas de cinco poblaciones de maracuyá amarillo evaluados en la EE-Portoviejo.

Estadístico	Portoviejo
Media (kg/planta)	51,73
Error típico (kg/planta)	4,57
Mediana (kg/planta)	53,00
Moda (kg/planta)	47,00
Varianza	836,34
Desviación estándar (kg/planta)	29,28
Kurtosis	-0,89
Coefficiente de asimetría	0,02
Coefficiente de variación (%)	56,60
Mínimo (kg/planta)	0,0
Máximo (kg/planta)	113
Rango (kg/planta)	113
Suma (kg/planta)	2121,00
n	41
Prueba de normalidad	0,2868 <sup>ns</sup>
Distribución normal	Si



En la tabla 9 Se observa el análisis de varianza paramétrica ( $p$  valor 0,05) determinó que existen diferencias altamente significativas entre las cinco poblaciones de maracuyá ( $p$  valor 0,0039\*\*), en la tabla 10 se puede observar que la población de maracuyá con mayor producción de frutos acumulado durante los siete meses de evaluación fue Pob-7 con 74 frutos por planta, siendo esta población diferente estadísticamente al resto de poblaciones evaluadas.

**Tabla 9.** Análisis de varianzade la variable frutos por plantas en el ensayo de Comportamiento productivo de cinco poblaciones de maracuyá amarillo

F.V.	SC	gl	CM	F	$p$ -valor
TRATAMIENTO	11700,49	4	2925,12	4,66	0,0039**
Error	22589,56	36	627,49		



Total	34290,05	40
-------	----------	----

**Tabla 10.** Análisis de varianza de la variable frutos por plantas de cinco poblaciones de maracuyá amarillo en la EE-Portoviejo.

TRATAMIENTO	Medias		
EEP 7	74,00	A	
EEP 10	63,50	A	B
INIAP-2009	53,78	A	B
EEP 19	48,00	A	B
Criolla	21,75		B

### Conclusiones:

La evaluación productiva de las cinco poblaciones de maracuyá amarillo, ha permitido conocer que existe población potencialmente productiva lo cual permite la identificación de individuo que destaca por reunir buenas características de selección bajo condiciones del valle del río Portoviejo.

### Recomendaciones:

- Realizar programas de mejoramiento genético en maracuyá amarilla con mayor producción de 18 Kg por planta, estableciendo esquemas de cruzamientos apropiados para la fijación de genes de rendimiento.
- Conservar en forma de colección las poblaciones de maracuyá en los predios de la EE-Portoviejo, con la finalidad de conservar este importante pool genético.

### Referencias:

- De Jesus, O. N., de Oliveira, E. J., Faleiro, F. G., TL, S., & Girardi, E. A. (2017). Illustrated morpho-agronomic descriptors for Passiflora spp. Embrapa Mandioca e Fruticultura-Livro científico (ALICE).
- HAFLE, O. M.; RAMOS, J. D.; LIMA, L. C. O.; FERREIRA, E. A.; MELO, P. C. Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido à poda de ramos produtivos. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 31, n. 3, p. 763-770, 2009.



Informe anual 2010 del Programa de Fruticultura de la Estación Experimental Portoviejo. INIAP, Portoviejo-Manabí.

Informe anual 2015 del Programa de Fruticultura de la Estación Experimental Portoviejo. INIAP, Portoviejo-Manabí. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI 2018. Ecuador.

JESUS, O. N.; SOARES, T. L.; GIRARDI, E. A.; ROSA, R. C. C.; OLIVEIRA, E. J.; CRUZ NETO, A. J.; SANTOS, V. T.; OLIVEIRA, J. R. P. Evaluation of intraspecific hybrids of yellow passionfruit in organic farming. African Journal of Agricultural Research, June 2016.

Valarezo A., Mendoza A., Álvarez H., Vásquez W. 2014. El cultivo de maracuyá: Manual Técnico para su manejo en el Litoral Ecuatoriano. Manual Técnico No 100. INIAP. Quito, Ecuador, 72 p.





**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**



**PROGRAMA: MAÍZ**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2020**

Dirección: Km 12 Vías Santa Ana, Cantón Portoviejo, Manabí  
Teléfono: (+593 5) 2420-317  
Email: portoviejo@iniap.gob.ec  
www.iniap.gob.ec



**sembramos  
Futuro**

*Lenin*



## INFORME TÉCNICO ANUAL 2020

1. **Programa:** Maíz
2. **Director E.E. Portoviejo:** Ing. Eddie Zambrano M. Sc
3. **Responsable del Programa:** Ing. Ricardo Limongi Andrade, M. Sc.

### 4. Trabajo en Equipo Técnico Multidisciplinario I+D

#### 4.1. Trabajo en equipo a nivel de Programa Nacional de Maíz

Ing. Paul Villavicencio Linzan (EETP)  
 Ing. Marlon Caicedo Villafuerte, Ph. D. (EETP)  
 Agr. Pablo Pintado (EECA)  
 Ing. José Luis Zambrano, Ph. D. (EESC-Punto Focal Red Latinoamericana Maíz)

#### 4.2. Trabajo en equipo a nivel de EEP

Ing. Ernesto Cañarte Bermúdez, Ph. D. (Entomología)  
 Ing. Bernardo Navarrete Cedeño, M. Sc. (Entomología)  
 Ing. Alma Mendoza García, (Fitopatología)  
 Ing. Wilmer Ponce, Mg. (Laboratorio de Calidad)  
 Ing. Benny Avellan, Mg. (NDT)  
 Ing. Geover Peña, (Grupo conservación)  
 Ing. Andrea Álava (Planificación)

#### 4.3. Trabajo en equipo a nivel externo UTM/FIAG (Grupo Conservación, estructura y ejecución del Programa de Conservación alrededor del género Annonaceae)

Ing. José Pico Mendoza, Ph. D.  
 Ing. Mirian Pinoargote, M. Sc.  
 Ing. Juan Carlos Flor, M. Sc.  
 Ing. Manuel Moreira  
 Dos Tesistas pregrado UTM

#### 4.4. Trabajo en equipo a nivel externo UTM/FIAG (Grupo Maíz Criollo, desarrollo



Dos Tesistas pre grado UTM

**4.5. Trabajo en equipo a nivel externo MAG/SPF** (Grupo Normativa semillas, estructura de la nueva normativa de producción de semillas para fines comerciales)

Ing. Juan Romero, SPF

AGROCALIDAD.

MAE.

**4.6. Trabajo en equipo a nivel externo INIAP-DENAREG/FAO**

(Grupo de apoyo en Informe País Recursos Genéticos Forestales)

Ing. César Tapia, Ph D.

Ing. Hilton Ordoñez

**4.7. Trabajo en equipo para Proyectos y/o Protocolos internos y externos**

1. Ing. José Luis Zambrano, Ph. D. (EESC - **Propuesta FONTAGRO**: Tecnologías de frontera para impulsar la producción sostenible de maíz en las Américas.
2. Ing. Alma Mendoza, Determinación de hongos asociados a la semilla de maíz
3. Ing. Alma Mendoza, Tratamiento fungicida y su influencia en el crecimiento de hongos asociados a la semilla de maíz
4. Ing. Víctor Cevallos (EESD) e Ing. Franklin Sigcha (EESC) Validación de la adaptabilidad y eficiencia de *Tectona grandis* y *Gmelina arborea* para fines maderables en el Trópico húmedo del Litoral ecuatoriano
5. Ing. Wilmer Ponce Aprovechamiento agroindustrial del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la provincia de Manabí.
6. Ing. Ramón Solórzano, Influencia de altas densidades poblacionales y sistemas de siembra en la producción de semilla del híbrido simple de Maíz INIAP H-603.
7. Ing. Geover Peña, Repuesta morfo fisiológica de patrón-injerto de cacao (*Theobroma cacao* L.) sometidas a déficit hídrico en vivero y evaluación del potencial productivo y fitosanitario bajo un sistema agroforestal.
8. Ing. Benny Avellan, Mg (NAT/C), Ing. Galo Cedeño, M. Sc. (ESPAM)

Efectividad agronómica y económica de la fertilización líquida en maíz amarillo duro bajo condiciones de secano.



9. Colaboración con EETP en ensayo INIAP - DUPONT S.A. SANTA ANA 2020 época de lluvias.
10. Colaboración con EETP en parcela semi comercial del híbrido INIAP 544. SANTA ANA 2020 época de lluvias.

## 5. Financiamiento

Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo

Financiamiento CIMMYT (en especies, 200 líneas endogámicas)

## 6. Proyectos:

### 6.1. Generados desde el Programa de Maíz EEP

- a. Generación de híbridos convencionales de maíz para el Trópico seco (Gasto corriente EEP; \$ 30 000,00; desde 2015 al 2025)
- b. Evaluación del comportamiento de líneas endogámicas introducidas, como potenciales parentales de nuevos híbridos simples y/o triples, en el Litoral ecuatoriano. (Gasto corriente EEP; \$ 30 000,00; desde 2019 al 2025).

### 6.2. Acompañamiento en proyectos externos

- c. Programa de Conservación de especies endémicas en peligro de extinción en la provincia de Manabí: Actividad: Estudio de diversidad genética de *Annona deceptrix* (Annonaceae), especie amenazada en peligro de extinción. (UTM – Facultad de Ingeniería Agronómica). 2018 – 2021.
- d. Selecciones de poblaciones experimentales de maíz criollo. UTM – Facultad de Ingeniería Agronómica. 2020 – 2022.

## 7. Socios estratégicos para investigación:

Dirección: Km 12 Vías Santa Ana, Cantón Portoviejo, Manabí  
Teléfono: (+593 5) 2420-317  
Email: [iniap@iniap.gob.ec](mailto:iniap@iniap.gob.ec)  
[www.iniap.gob.ec](http://www.iniap.gob.ec)



Ministerio de Agricultura y Ganadería

Universidad Técnica de Manabí – Facultad de Ingeniería Agronómica

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí – MFL, Facultad de Ciencias Agropecuarias

AGROCALIDAD

SENESCYT

Red Latinoamericana de Maíz

## 8. Publicaciones

### Artículos científicos

José Pico-Mendoza, Miryan Pinoargote, Basilio Carrasco & **Ricardo Limongi Andrade** (2020): Ecosystem services in certified and non-certified coffee agroforestry systems in Costa Rica, Agroecology and Sustainable Food Systems, DOI: 10.1080/21683565.2020.1713962

Mendoza, J.P., Pinoargote, M., Madrid, L., Flor, J., Álava, J., Sancán, G., Basilio, C., **Limongi, R.**, Peña, G., Quiroz, K. (2020). Germination Capacity of *Annona deceptrix* (Westra) H. Rainer (Annonaceae) an Endemic and Endangered Species in Manabí, Ecuador. Indian Journal of Agricultural Research.

**Limongi, R.**, Mendoza, J.P., Eduardo Morillo., Pinoargote, M., Johanna Buitron., Santiago Meneses. Basilio, C. (2020). Molecular characterization of mahogany (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae) in the remnant natural forest of Ecuador. Neotropical Biodiversity. Manuscript Number TNEO-2020-0090. En revisión.

Luis Meneses, Diana Iles, Eduardo Morillo, **Ricardo Limongi.** (2020). Establecimiento de un protocolo para la propagación *in vitro* de Guayacán sabanero (*Handroanthus billbergii*) del bosque seco de Ecuador. (Artículo borrador para revisión final).

### Manuales técnicos

Dirección: Km 12 Vías Santa Ana, Cantón Portoviejo, Manabí  
Teléfono: (+593 5) 2420-317  
Email: portoviejo@iniap.gob.ec  
www.iniap.gob.ec



422

sembramos  
Futuro

Lenin



Ponce, W.; Viteri, A.; **Limongi, R.**; Pincay, J.; Avellán, B.; y Moreira, P. (2020). Manual de cosecha y procesamiento del grano de piñón (*Jatropha curcas* L.) para la obtención de biocombustibles. Manual 113. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador. ISBN: 978-9942-22-484-2.

Quiala E., Barbón R., Jiménez M.V, Sarmiento L, Tapay M.I., Mestanza S.A., **Limongi R.**, Leiva-Mora M., Nuñez J. E. (2020). Teak micropropagation handbook: Step By Step. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental del Litoral Sur. Guayas, 24 p. (En fase de edición).

### **Boletines, plegables, Informes técnicos**

**Limongi, R. (2020). Certificado de Registro de Cultivar:** Maíz Blanco Duro – INIAP-543-QPM – NUTRICHOCLO.

**Limongi, R. (2020). Certificado de Obtentor:** Informe final sobre el examen técnico DHE de la Variedad de grano blanco Nutri choclo INIAP-543 QPM. 13 p.

**Limongi, R. (2020). Propuesta DHE INIAP-603** Estructura de propuesta DHE INIAP-603, establecimiento de ensayo e inicio de evaluaciones.

Caicedo, M. Villavicencio, P. **Limongi, R.** Pintado, P. (2020). **Certificado de Obtentor:** Certificado de registro de cultivar. MAÍZ HÍBRIDO INIAP H-554. EETP. Número de registro VI-156.

Cobeña, G. **Limongi, R. (2020). Certificado de Obtentor:** Informe técnico de la variedad de yuca INIAP Portoviejo 652: variedad para consumo en fresco y procesamiento recomendada para la provincia de Manabí.

Cobeña, G. **Limongi, R. (2020). Plegable 450.** Variedad de yuca P-652 “La Rendidora”.



Sánchez, F. Delgado, J. Macías, W. **Limongi, R. (2020)**. Evaluación fenotípica de una población de maíz criollo en la parroquia Lodana, Manabí, Ecuador. III Congreso Internacional de vinculación con la sociedad. Cuarta Convención Científica Internacional de la UTM 2020. Ecuador. 21 -23 octubre 2020. Ponente.

### Tesis de pre grado

Mieles Bailón Jean Pool. (2020). Influencia de dos arreglos topológicos y tres niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de la variedad de maíz blanco “Nutrichoclo” INIAP 543 – QPM. **Limongi, R. Tutor INIAP.**

Víctor Ariel Valencia Niemes. (2020). Evaluación de explantes de *Gmelina arborea* Roxs con el empleo de tres hormonas comerciales y tres sustratos. **Limongi, R. Tutor INIAP.**

Lenin Xavier Giler Rivera. (2020). Comportamiento del fuego en combustibles superficiales de una plantación de *Eucalyptus* sp en Santa Ana, Manabí, Ecuador. **Limongi, R. Tutor INIAP.**

Daniel Alexander Ponce Cedeño. (2020). Evaluación dasométrica de *Gmelina arborea* de cinco años de edad en nueve procedencias en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP. **Limongi, R. Tutor INIAP.** En trámites de graduación.

### Programa de maestría

**Limongi, R. (2020)** Charla técnica sobre Sistemas Agroforestales con énfasis en cacao: Aspectos conceptuales y metodológicos de los sistemas agroforestales y sus implicaciones en los diversos usos de la tierra (5 horas). Programa de maestría de producción sostenible UTM. Asignatura: sistemas de producción Sostenible de Cultivos Perennes.



Solórzano, R. (2020). Programa de maestría de producción sostenible UTM. Influencia de altas densidades poblacionales y sistemas de siembra en la producción de semilla del híbrido simple de Maíz INIAP H-603. **Limongi, R. Tutor INIAP.**

Hernández, F. (2020). Programa de maestría de producción sostenible. Comportamiento de híbridos de maíz a condiciones contrastantes (modalidad artículo científico). **Limongi, R. Tutor INIAP.**

Pesantez, A. (2020). Programa de maestría de producción sostenible. Caracterización agro morfológica y organoléptica de 20 accesiones de café. **Limongi, R. Tutor INIAP.**

### 9. Participación en eventos técnicos y reuniones técnicas del personal del Programa de maíz de la EEP.

**Limongi, R. (2020).** Coordinación de acciones colaborativas entre los Programas de Maíz del Litoral del INIAP. Programas de Maíz de Portoviejo, Pichilingue y Austro.

**Limongi, R. (26-02-2020).** Grupo focal de capacitación interna EEP. Visión General del Mejoramiento Genético del Programa de Maíz de la EEP y acciones del Manejo del cultivo orientadas hacia la obtención de líneas, híbridos y variedades.

**Limongi, R. (2020).** II Simposio Latinoamericano de aplicaciones nucleares en la agricultura. CCICIA/USFQ – INIAP – OIEA - KOPIA. Quito, 5-6 de marzo 2020 (16 horas).

**Limongi, R. (2020).** Simposio virtual de edición de genoma. 18-19 de noviembre de 2020 (7 horas). Asociación Colombiana de Semillas y Biotecnología, ACOSEMILLAS.

Enríquez A. Escobar, J. (2020). Prácticas climáticamente inteligentes en el cultivo de Maíz duro. IICA. Participación en taller de Colaboración. **Limongi, R. 2020.**



**R. Limongi Andrade. (23-01-2020).** Reunión de Comité Técnico en EELS para revisión del Libro: "*Teak micropropagation handbook: step by step*". EELS, Yaguachi, Guayas.

**R. Limongi Andrade. (30-01-2020).** Videos conferencias para análisis de la normativa de técnica para la producción de semilla forestales. Subsecretaria de Producción Forestal. Inicio (Se realizaron alrededor de 10 sesiones).

**R. Limongi Andrade. (02-2020).** Charla técnica sobre genética y manejo del cultivo de maíz y avances en la investigación dirigido a estudiantes de La Concordia.

**R. Limongi Andrade. (19-02-2020).** Entrevista en Radio CRE Programa Nuestras Vivencias sobre la Nueva Variedad de Maíz Nutri Choclo INIAP 543-QPM y una visión general del Programa de maíz a nivel regional.

**R. Limongi Andrade. (18-02-2020 a 18-03-2020).** Practicas Pre-Profesionales del estudiante Cristopher Bravo Sánchez.

**R. Limongi Andrade. (21-02-2020).** Participación en feria ciudadana en el cantón El Carmen, sitio Santa María.

**R. Espinales. (27-02-2020).** Participación en feria ciudadana en el cantón 24 de Mayo.

### Informes Técnicos

Información técnica sobre la introducción de *Khaya senegalensis* al Trópico seco de Ecuador.

### Participación como revisor técnico de revistas especializadas

**Limongi, R. (2020).** Arbitro de la Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria, circulación internacional ISSN: 0122 – 8706. Idiomas oficiales español e inglés. Indexada

Dirección: Km 12 Vías Santa Ana, Cantón Portoviejo, Manabí  
Teléfono: (+593) 51 2440-30  
Email: portoviejo@iniap.gob.ec  
www.iniap.gob.ec



sembramos  
Futuro

Limongi



Latindex, Publindex, Redalyc, Redib, Scielo Colombia y Publindex de Colciencias Colombia. Dirección electrónica: <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/index>

**Limongi, R. (2020).** Arbitro de la Revista ESPAMCIENCIA

**Limongi, R. (2020).** Miembro del Comité editorial de la Revista ESPAMCIENCIA

### **Participación en Comité Técnico y Comité de Publicaciones**

#### **Tabla 1. Comité Técnico (Revisión de Protocolos, proyectos, informes)**



Programa / Departamento / Área proponente	Título	Tipo	Fecha de presentación
NTC	Desarrollo de tecnologías de nutrición para la variedad de maíz blanco INIAP 543 QPM "Nutrichoclo" en cuatro localidades de Manabí	Protocolo	2 de enero de 2020
NTC	Parcelas de difusión de sistemas productivos de cultivos de seguridad alimentaria con una variedad promisorio de higuierilla en dos localidades en la provincia de Manabí	Protocolo	2 de enero de 2020
NTC	Parcelas de difusión de una variedad promisorio de yuca ( <i>Manihot sculenta</i> Crantz) para consumo en fresco y procesamiento en dos localidades en la provincia de Manabí	Protocolo	2 de enero de 2020
DNPV ENTOMOLOGÍA	Efecto de la densidad poblacional en el comportamiento agronómico y productivo de la variedad de algodón "BRS-336"	Protocolo	7 de febrero de 2020
DNPV ENTOMOLOGÍA	Determinación de la época y dosis de aplicación del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat en el Cultivo de algodón	Protocolo	7 de febrero de 2020
NTC	Efecto del porcentaje y época de poda en una variedad promisorio de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) del INIAP en el sitio El Cady de la parroquia Colón, cantón Portoviejo	Protocolo	7 de febrero de 2020
Producción y Servicios	Protocolo para la producción de plantas de cacao en vivero	Protocolo	19 de febrero de 2020
Producción y Servicios	Protocolo para la producción de semilla de maní INIAP 380	Protocolo	19 de febrero de 2020
Producción y Servicios	Protocolo para la producción de semilla certificada de maíz del híbrido H-601	Protocolo	19 de febrero de 2020
Producción y Servicios	Protocolo para la producción de semilla certificada de maíz del híbrido H-603	Protocolo	19 de febrero de 2020
Producción y Servicios	Protocolo para la producción de semilla certificada de maíz de la variedad INIAP 543 QPM-Nutrichoclo	Protocolo	19 de febrero de 2020
Laboratorio de Bromatología y Calidad	Evaluación y extracción química del aceite de las semillas del cultivo de A Igodón ( <i>Gossypium hirsutum</i> L.)	Protocolo	31 de marzo de 2020
Laboratorio de Bromatología y Calidad	Biodigestión anaeróbica de residuos del plátano variedad hartón y caracterización nutricional del sustrato bio-digerido	Protocolo	31 de marzo de 2020
Laboratorio de Bromatología y Calidad	Aprovechamiento agroindustrial del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en la Provincia de Manabí	Nota conceptual	07 de abril de 2020
Fruticultura	Protocolo para evaluación de ensayos de adaptabilidad y distinguibilidad en maracuyá amarillo ( <i>Passiflora edulis</i> flavicarpa Deg.)	Protocolo	9 de abril de 2020
DNPV ENTOMOLOGÍA	Efecto de <i>Trichoderma</i> spp. sobre características agronómicas y sanitarias del algodón	Protocolo	28 de abril de 2020
Producción y Servicios	Evaluación de la influencia de altas densidades poblacionales y sistemas de siembra en la producción de semilla del híbrido simple de maíz INIAP H-603	Protocolo	29 de abril de 2020
Fitopatología	Tratamiento fungicida y su influencia en el crecimiento de hongos asociados a la semilla de maíz	Protocolo	30 de abril de 2020
Yuca-Camote	Evaluación y difusión de materiales de camote con enfoque de tecnologías limpias y de bajo costo	Protocolo	6 de julio de 2020
Agroenergía	Refrescamiento del banco de germoplasma higuierilla ( <i>Ricinus communis</i> L.) del INIAP	Protocolo	17 de julio de 2020
NTC	Implementación de un biodigestor de masas residuales en el sitio Guayacán de Tachel del cantón Pichincha	Protocolo	28 de julio de 2020
Cacao y Café	"Respuesta morfofisiológica en diferentes combinaciones de patrón-injerto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) sometidas a déficit hídrico en etapa de vivero y evaluación del potencial productivo y sanitario en condiciones normales bajo un sistema agroforestal"	Protocolo	4 de septiembre de 2020
Cacao y Café	Validación de los clones de cacao EETP 800 y EETP 801 en el valle del río Carrizal y zona de influencia	Protocolo	4 de noviembre de 2020
Producción y Servicios	Protocolo para la producción de semilla vegetativa de camote por el método de guías	Protocolo	16 de diciembre de 2020



**Tabla 2. Participación en Eventos de capacitación**

FECHA	INSTITUCIÓN / ORGANIZACIÓN RECEPTORA	EVENTO	Nº ASIST.	LUGAR	PROGRAMA/ TÉCNICO
14/01/2020	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	15	Pichincha, Manabí	Varios
23/01/2020	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	20	Sucre, Manabí	Varios
06/02/2020	Estudiantes ULEAM	Práctica reproducción acelerada de especies forestales	19	EE Portoviejo: Lote Experimental La Teodomira	Ing. Ricardo Limongi
07/02/2020	Estudiantes Instituto Superior Tecnológico Quinindé	Gira de capacitación cultivos maíz, camote y yuca	37	EE Portoviejo: Lote Experimental La Teodomira	Ing. Ricardo Limongi, Ing. Gloria Cobeña, Ing. Benny Avellán
12/02/2020	Estudiantes UTMACH	Gira de capacitación cultivos algodón, maíz y yuca	53	EE Portoviejo: Lote Experimental La Teodomira	Ing. Ramón Solórzano, Ing. Rafael Sotelo (FAO), Ing. Benny Avellán
07/08/2020	Productores ASOGAN, MAG	Charla técnica maíz INIAP 543 QPM Nurichoclo	17	Rocafuerte, Manabí	
25/09/2020	Productores GAD Santa Ana	Gira de observación cultivos de maíz y cítricos	10	EE Portoviejo: Lote Experimental La Teodomira	geover peña, benny avellan
28/10/2020	Productores, MAG,ESPAM	Día de campo parcela tecnologías de producción maíz consumo en fresco	10	Rocafuerte, Manabí	Benny Avellán
10/11/2020	Productores, MAG,ESPAM	Día de campo parcela tecnologías de producción maíz consumo en fresco	15	Bolívar, Manabí	Benny Avellán

## 10. Propuestas presentadas

### Propuesta 1. INIAP - CIMMYT

**Título:** Evaluación del comportamiento de líneas endogámicas introducidas, como potenciales parentales de nuevos híbridos simples y/o triples, en el Litoral ecuatoriano.

**Tipo de propuesta:** Proyecto – Protocolo

**Fecha de presentación:** 2019

**Responsable:** Limongi Ricardo

**Equipo multidisciplinario de elaboración de la propuesta:** Alarcón, D. Limongi, R.

**Presupuesto:** Gasto Corriente E. E. Portoviejo.

**Duración proyecto:** 36 meses

**Estado:** Aprobado





## **Propuesta 2. INIAP - ULEAM**

**Título:** Influencia de dos arreglos topológicos y tres niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de la variedad sintética de maíz blanco QPM INIAP 543

**Tipo de propuesta:** Proyecto - Protocolo

**Fecha de presentación:** 2019

**Responsable:** Limongi Ricardo

**Equipo multidisciplinario de elaboración de la propuesta:** Alarcón, D. Limongi, R. Jean Pool Mieles (ULEAM – Tesista)

**Presupuesto:** Gasto Corriente E. E. Portoviejo; ULEAM - FCAG

**Duración proyecto:** 24 meses

**Estado:** Aprobado

### **11. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el Programa de Maíz:**

**Actividad 1: Evaluación de rendimiento y otras características agronómicas de híbridos simples promisorios en varias localidades del Litoral ecuatoriano”**

**Responsable:** Limongi, R.

**Colaboradores:** Cañarte, E. Navarrete, B. Productores de Jipijapa, Productores de Chone.



## Antecedentes

El maíz duro por su importancia económica y social se constituye en el segundo cereal transitorio cultivado para la seguridad alimentaria a nivel mundial y en el país, donde su contribución en la alimentación humana en forma directa o por medio de su constante y creciente demanda en la elaboración de alimentos balanceados principalmente en el desarrollo de los sectores agroindustriales avícolas, porcinos y acuiculturas. Es producido por pequeños, medianos y grandes productores, los cuales incorporan diferentes niveles de tecnologías en base a sus circunstancias económicas y ambientales. En los últimos años se ha incrementado el interés de los agricultores por la siembra de esta gramínea, debido principalmente al buen precio del grano en el mercado internacional, por efecto de la demanda para la producción de etanol (Paliwal, *et al.*, 2008). Bajo estas circunstancias, el Programa de Maíz de la Estación Experimental Portoviejo ha centrado sus esfuerzos en obtener y liberar comercialmente híbridos de alta productividad, tolerante a las principales enfermedades foliares con la finalidad de incrementar la producción por unidad de superficie y en corto tiempo estos materiales sean utilizados por los productores y de esta manera aportar al mejoramiento de sus economías (INIAP, 2015).

La actividad forma parte del gran proyecto de incremento de la productividad del cultivo de maíz duro amarillo, donde se evalúan ocho híbridos simples promisorios en varias localidades del Litoral ecuatoriano.

## Objetivos

Desarrollar híbridos simples de maíz amarillo duro con alta productividad, con la finalidad de incrementar la producción por unidad de superficie y evaluar su comportamiento en las principales zonas maiceras del Litoral ecuatoriano.



## **Actividad 2: Evaluación de híbridos simples experimentales generados en la EEP a nivel de parcela semi comerciales durante la época lluviosa y seca.**

Actividad que es sustentada por los ocho mejores híbridos simples generados por el Programa de Maíz EEP desde el año 2017 en el Proyecto: Generación de híbridos convencionales de maíz para el Trópico seco 2015 al 2025 desarrollados en tres actividades: a) Evaluación de tres híbridos simples promisorios, de grano amarillo y textura cristalina, provenientes de las cruzas de líneas S4.POB.5, 6, 7 y 8 × S4.PM-EEP; b) Evaluación de 12 híbridos simples promisorios de las cruzas de líneas S4.GI × S4.GI × S4.PM-EEP; y, c) Evaluación de 12 Híbridos Simples experimentales provenientes de las cruzas S4.G.I. × CML-451 y CLO-2450.

Debido a la poca disponibilidad de recursos para la época de lluvias, en este producto se planificaron solo dos localidades (EEP y Chone) y hasta 05-2020 se habían realizado la toma de 4000 datos de evaluaciones que corresponden a mediciones de clorofila con SPAD, fotosíntesis, muestras de hojas para clorofila A, B y Carotenoides, floración masculina y femenina y cosecha con evaluaciones de componentes de rendimientos; además, de visitas continuas de evaluaciones que permitieron aplicar las recomendaciones de manejo agronómico, observaciones fenotípicas y comportamiento de cada híbrido en cada ambiente.

Para la época seca está planificado solo a nivel de Estación Experimental Portoviejo por desconocimiento de la matriz presupuestaria que se tiene para desarrollar más actividades y sobre todo estableciendo todas las precauciones para minimizar los riesgos de la pandemia.

### **Metodología**

#### **Actividad 1:**

Se continuó con la evaluación de ocho híbridos simples promisorios generados en la EEP a nivel de parcela semi comerciales durante la época lluviosa y seca, caracterizados por ser de grano amarillo, textura cristalina y provenientes de las cruzas de líneas S4.POB.5,



6, 7 y 8 × S4.PM-EEP, de las cruces de líneas S4.GI × S4.GI × S4.PM-EEP y de las cruces S4.G.I. × CML-451 y CLO-2450 comparados con seis testigos comerciales.

El ensayo corresponde al cuarto año de evaluación a nivel de Localidades/productores y primer año a nivel de parcelas semi comerciales que permitan apreciar mejor sus potencialidades productivas, establecidos en dos ambientes de la zona maicera de Manabí, bajo las condiciones de secano y bajo riego. Los experimentos fueron dispuestos en cada localidad en diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones, evaluados en 10 surcos de 5 m de longitud, a 0.80 m x 0.20 m, una planta por sitio y densidad de 62 500 plantas ha<sup>-1</sup>. Las variables evaluadas fueron: Floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de inserción de mazorca, acame de raíz, acame de tallo, enfermedades foliares (tizón de la hoja por *Helminthosporium*, *Curvularia*, *Cercospora*, roya, cinta roja), cobertura de mazorca, mazorcas podridas, aspecto de mazorca y rendimiento del grano (CIMMYT, 1985).

## Resultados:

### Actividad 1

**Evaluación de híbridos simples experimentales generados en la EEP a nivel de parcela semi comerciales durante la época lluviosa y seca.**

**Época de invierno** (enero - junio)

**Provincia de Manabí**

**Localidad: Lodana (Santa Ana)**

La Tabla 3, describe las principales medidas de tendencia central y sus componentes de variabilidad presente en la localidad de Lodana. Los análisis de normalidad por Shapiro-Wilks (modificado) determinó que todas las variables de repuestas no presentan una tendencia normal excepto el rendimiento t ha<sup>-1</sup>, el índice de altura de inserción de mazorca sobre la altura total de planta fue de 0.53 (Tabla 4).

La Prueba de Kruskal Wallis presenta diferencias altamente significativas para las variables Floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de inserción de mazorca, acame de tallo, *Helminthosporium*, *Curvularia*, mazorcas podridas y diferencias significativas para acame de raíz y roya; mientras que el rendimiento del grano fue altamente significativo aplicando el ADEVA y prueba de Tukey  $P. 0.05$  (Tabla 5)

Para la floración masculina se destacan el híbrido: POB.8a. 4-1-1-1  $\times$  L.I.4 y el testigo comercial INIAP H-601 con 49 días como los más precoces, categoría que también se presenta en cuatro híbridos promisorios y el testigo comercial INIAP H-603 con rangos de 49 a 53 días. La floración femenina está íntimamente correlacionada con la floración masculina y la aparición de los estigmas se dio inicio a los 50 días en los materiales más precoces hasta los 54 días en los materiales más tardíos. La sincronización floral generalmente fue de un día y en tres tratamientos se presentaron ambos sexos en el mismo día. La altura de planta y altura de inserción de mazorcas presentó mayor variabilidad entre los híbridos en estudios. Los híbridos de menor altura de planta y altura de inserción de mazorcas fueron el ADV 9139 (239/110 cm) y G.I.2.18-2-1-1  $\times$  CML451 (246/120 cm), adicionalmente seis genotipos presentan altura de planta por debajo de la media 272.6 cm y cuatro genotipos obtuvieron alturas de inserción de mazorcas debajo de los 143.7 cm (Tabla 5).

Los germoplasmas presentan bajos porcentajes de acame de raíz, de acame de tallo y de pudrición de mazorcas con valores entre 1.1% (Trueno) a 10.3% (G.I.2.18-2-1-1  $\times$  CML451) y buena cobertura de las mazorcas. Todos los genotipos presentaron buena tolerancia ante la incidencia de las principales enfermedades foliares más comunes de la zona, así por ejemplo, el complejo de cinta roja, *Cercospora* y roya no se presentaron; *Helminthosporium* presentó infección leve con una moda de 2; y *Curvularia* presentó una infección severa con una moda de 4. Los híbridos más rendidores fueron: ADV 9139 (8.37 t ha<sup>-1</sup>) y P 4039 (8.18 t ha<sup>-1</sup>), seguidos del híbrido promisorio G.I. 2.10-1-1-1  $\times$  L.I.4 con 7.58 t ha<sup>-1</sup>. INIAP H-603 con 7.32 t ha<sup>-1</sup> fue el testigo comercial generado por el INIAP de mayor producción con 7.32 t ha<sup>-1</sup>. El promedio de rendimiento de la localidad fue de 6.8 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 5).



**Localidad: Convento (Chone)**

La Tabla 6, describe las principales medidas de tendencia central y sus componentes de variabilidad presente en la localidad de Convento. Los análisis de normalidad por Shapiro-Wilks (modificado) determinó que la floración masculina, altura total de planta, altura de inserción de mazorca y el rendimiento  $t\ ha^{-1}$  presentan una tendencia normal; las restantes variables de repuestas no presentan una tendencia normal. El índice altura de inserción de mazorca sobre la altura total de planta fue de 0.47 (Tabla 7).

La Prueba de Kruskal Wallis y ADEVA presentan diferencias estadísticas para las variables en estudios (Tabla 6). En la floración masculina se destacan el híbrido: POB.5a. 1-1-1  $\times$  PORT.PHAEO.1AS222. 4-1-1-1 (51.7 días) y el testigo comercial INIAP H-601 (53 días) como los más precoces, los materiales más tardío se presentaron después de tres a cuatros días. La floración femenina está íntimamente sincronizada con la biología reproductiva de cada híbrido y la aparición de los estigmas se dio inicio a los 53.7 días en los materiales más precoces (POB.5a. 1-1-1  $\times$  PORT.PHAEO.1AS222. 4-1-1-1 e INIAP H-601, mientras que los materiales más tardíos estuvieron entre los 57 a 59 días. En seis híbridos la sincronización floral fue de un día y los tres híbridos restantes fueron de dos días. Los híbridos G.I.2.18-2-1-1  $\times$  CML451 (241/103 cm) y Trueno (243/113 cm) presentaron las menores altura total de planta y de inserción de mazorcas, adicionalmente dos genotipos presentan en estas variables valores por debajo de la media 268.3/126.4 cm y en términos generales los materiales en estudio no pasaron de los tres metros de altura total.

En esta localidad ninguno de los híbridos en estudio presentó acame de raíz o acame de tallo. Todos los genotipos presentaron buena tolerancia ante la incidencia de las principales enfermedades foliares más comunes de la zona como cinta roja, *Cercospora*, roya, *Helminthosporium* y *Curvularia*. Los híbridos más rendidores fueron el híbrido promisorio G.I. 2.10-1-1-1  $\times$  L.I.4 con  $9.4\ t\ ha^{-1}$ , seguido del INIAP H-603 con  $8.1\ t\ ha^{-1}$ , tres híbrido promisorios y un testigo tuvieron valores similares al promedio de rendimiento de la localidad que fue de  $7.5\ t\ ha^{-1}$ .



**Época de verano (julio – diciembre)**

Durante la época seca esta investigación se realizó en la Provincia de Manabí, localidad de Lodana (Santa Ana). Al cierre de este informe el ensayo estaban en fase de cosecha y evaluaciones de rendimientos.

**Tabla 3. Estadística descriptiva de las principales variables en híbridos simples promisorios de maíz de grano amarillo a nivel de parcelas semi comerciales. Época de lluvias de 2020. Lodana, Santa Ana.**

Variabes	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
Floración masculina (días)	42	51.8	1.5	2.9	49.0	53.0	52.5
Floración femenina (días)	42	52.6	1.5	2.9	50.0	54.0	53.0
Altura de planta (cm)	42	272.6	16.4	6.0	239.0	298.0	272.0
Altura de inserción de mazorca (cm)	42	143.7	15.0	10.5	110.0	165.0	146.5
índice Maz/AlM	42	0.5	0.1	8.7	0.5	0.6	0.5
Acame de raíz (%)	42	0.1	0.4	365.1	0.0	1.6	0.0
Acame de tallo (%)	42	0.3	0.9	279.6	0.0	4.2	0.0
Helminthosporium	42	2.4	0.5	20.6	2.0	3.0	2.0
Roya	42	1.1	0.3	24.3	1.0	2.0	1.0
Curvularia	42	3.6	0.5	13.3	3.0	4.0	4.0
Cinta roja	42	1.0			1.0	1.0	1.0
Cercospora	42	1.0			1.0	1.0	1.0
CoberTura de mazorca	42	2.0			2.0	2.0	2.0
Mazorcas podridas (%)	42	4.5	3.4	74.9	0.0	14.8	4.2
Aspecto de mazorca (1-5)	42	2.9	0.6	21.3	2.0	4.0	3.0
Rend. (t ha <sup>-1</sup> )	42	6.8	1.1	15.6	4.0	8.8	6.9

**Tabla 4. Prueba de normalidad de Shapiro Willy en híbridos simples promisorios de grano amarillo a nivel de parcelas semi comerciales. Época de lluvias de 2020. Lodana, Santa Ana.**

Variabes	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Floración femenina (días)	42	52.64	1.51	0.76	<0.0001
Floración masculina (días)	42	51.79	1.49	0.73	<0.0001
Altura de planta (cm)	42	272.57	16.39	0.91	0.013
Altura de inserción de mazorca (cm)	42	143.71	15.02	0.88	0.0007
índice Maz/AlM	42	0.53	0.05	0.54	<0.0001
Acame de raíz (%)	42	0.11	0.41	0.3	<0.0001
Acame de tallo (%)	42	0.3	0.85	0.44	<0.0001
Helminthosporium	42	2.36	0.48	0.57	<0.0001
Curvularia	42	3.64	0.48	0.57	<0.0001
Roya	42	1.07	0.26	0.3	<0.0001
Mazorcas podridas (%)	42	4.5	3.37	0.91	0.0075
Aspecto de mazorca (1-5)	42	2.9	0.62	0.75	<0.0001
Rend. (t ha <sup>-1</sup> )	42	6.82	1.07	0.97	0.696





**Tabla 5. Prueba de kruskal wallis y ADEVA en híbridos simples promisorios de grano amarillo a nivel de parcelas semi comerciales. Época de lluvias de 2020. Lodana, Santa Ana.**

Genealogía	Floración Masculina ♂		Floración Femenina ♀		Altura de Planta (cm)		Altura de Inserción de Mazorca (cm)		Acame de Raíz (%)		Acame de Tallo (%)		Helminthosporium		Roya		Curvularia		Maz.podridas		Rend. T ha <sup>-1</sup>
	ȳ	r	ȳ	r	ȳ	r	ȳ	r	ȳ	r	ȳ	r	m	r	m	r	m	r	ȳ	r	ȳ
POB.8a 4-1-1-1 x L.I.4	53.0	32.0	53.0	20.0	272.0	21.5	155.0	35.0	0	20.0	18.5	3	35	1	20	4	29	3.6	8.5	7.44	
POB.5a.1-1-1 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	49.0	3.5	50.0	3.5	283.0	29.0	165.0	39.5	0	20.0	18.5	2	14	1	20	3	8	1.4	8.5	6.57	
G.I.2.10 -1-1-1 X L.I.4	53.0	32.0	54.0	33.5	298.0	41.0	152.0	32.0	0	20.0	18.5	2	14	1	20	3	8	3.6	8.5	7.58	
G.I.2.25-1-1-1 X POB.3F4.27-1-1-1	52.0	18.5	54.0	33.5	290.0	36.5	146.0	20.0	0	20.0	3	40.0	2	14	1	20	4	29	4.6	16.3	7.34
G.I.2.10-1-1-1 X CLO 451	51.0	12.5	52.0	14.0	265.0	11.0	130.0	8.0	0	20.0	18.5	2	14	1	20	3	8	7.4	16.8	6.82	
G.I.1.9-2-1-1 X CLO 2450	53.0	32.0	53.0	20.0	270.0	17.0	147.0	24.5	0	20.0	18.5	3	35	1	20	4	29	3.7	17.7	5.97	
G.I.2.10-1-1-1 X CML 2450	52.0	18.5	53.0	20.0	285.0	32.0	165.0	39.5	0	20.0	18.5	2	14	1	20	4	29	1.5	20.2	6.11	
G.I.2.18-2-1-1 X CML 451	50.0	8.0	51.0	9.5	246.0	5.0	120.0	5.0	0	20.0	18.5	2	14	1	20	4	29	10.3	23.3	5.76	
HP EETP	53.0	32.0	54.0	33.5	266.0	14.0	140.0	12.5	1	26.7	25.2	3	35	1	20	4	29	5.9	24	4.64	
INIAP - 601 (T)	49.0	3.5	50.0	3.5	272.0	21.5	140.0	12.5	0	20.0	18.5	3	35	2	41	4	29	3.3	26.8	6.83	
INIAP H-603 (T)	51.0	12.5	51.0	9.5	290.0	36.5	147.0	24.5	1	34.3	32.3	3	35	1	20	4	29	6.7	29.8	7.32	
P 4039 (T)	53.0	32.0	54.0	33.5	280.0	26.0	150.0	29.0	0	20.0	18.5	2	14	1	20	4	29	5.3	30.2	8.18	
TRUENO (T)	53.0	32.0	54.0	33.5	260.0	8.0	145.0	17.0	0	20.0	18.5	2	14	1	20	3	8	1.1	35	6.49	
ADV 9139 (T)	53.0	32.0	54.0	33.5	239.0	2.0	110.0	2.0	0	20.0	18.5	2	14	1	20	3	8	4.7	35.3	8.37	
Promedios	51.8		52.6		272.6		143.7		0	0			2	1		4		4.5		6.8	
CV (%)	2.9		2.9		6.0		10.5		365.1	279.6			21		24	13		75		7.75	
H		35.5		37.1		40.6		40.5		4.4		11.4		28		28		22.5		1.58*	
p		0.0001		0.0001		0.0001		0.0001		0.0579		0.0036		0.0001		0		0.05		**	

ȳ= Promedios; r=Ranks; m= moda; \*=DMS

**Tabla 6. Estadística descriptiva de las principales variables en híbridos simples promisorios de grano amarillo a nivel de parcelas semi comerciales. Época de lluvias de 2020. Convento, Chone.**

Variables	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
Floración masculina (días)	27	54.9	1.8	3.3	51.0	58.0	55.0
Floración femenina (días)	27	56.0	1.9	3.3	53.0	59.0	56.0
Altura de planta (cm)	27	2.7	0.2	8.1	2.2	3.1	2.7
Altura de inserción de mazorca (cm)	27	1.3	0.2	12.3	1.0	1.6	1.3
índice Maz/AlM	27	0.5	0.1	11.5	0.4	0.6	0.5
Acame de raíz (%)	27	0.2	0.5	261.6	0.0	2.0	0.0
Acame de tallo (%)	27	0.1	0.4	381.3	0.0	2.0	0.0
CoberTura de mazorca	27	2.0			2.0	2.0	2.0
Rend. (t ha <sup>-1</sup> )	27	7.5	1.0	13.7	5.2	10.2	7.5

**Tabla 7. Prueba de normalidad de Shapiro Wilks en híbridos simples promisorios de grano amarillo a nivel de parcelas semi comerciales. Época de lluvias de 2019. Convento, Chone.**

Variables	n	Media	D.E.	W*	<i>p</i> (Unilateral D)
Floración masculina (días)	27	54.89	1.83	0.93	0.2173
Floración femenina (días)	27	56.04	1.87	0.89	0.0262
Altura de planta (cm)	27	2.68	0.22	0.97	0.8688
Altura de inserción de mazorca (cm)	27	1.26	0.15	0.96	0.689
índice Maz/AlM	27	0.47	0.05	0.7	<0.0001
Acame de raíz (%)	27	0.19	0.49	0.46	<0.0001
Acame de tallo (%)	27	0.11	0.42	0.33	<0.0001
CoberTura de mazorca	27	2			
Rend. (t ha <sup>-1</sup> )	27	7.53	1.03	0.96	0.6294



**Tabla 8. Prueba de Kruskal Wallis y ADEVA en ensayo de evaluación de híbridos simples promisorios de grano amarillo a nivel de parcelas semi comerciales. Época de lluvias de 2020. Chone, Convento.**

Genealogía	Floración		r	Altura de	Altura	Acame de	Acame	Rend
	Masculina ♂	Femenina ♀		Planta	Inserción			
	(días)	(días)		(cm)	Mazorca	Raíz	de Tallo	(t ha <sup>-1</sup> )
	$\bar{y}$	$\bar{y}$		$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$
POB.5a.1-1-1 x PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	51.7 <sup>e</sup>	53.7 <sup>3.8</sup>	<sup>a</sup>	280.0 <sup>a b c</sup>	134.0 <sup>a b</sup>	0.0	0.0	7.6 <sup>a b</sup>
G.I.2.10-1-1-1 x L.I.4	56.0 <sup>a b</sup>	57.7 <sup>20.8</sup>	<sup>b c</sup>	298.0 <sup>a</sup>	147.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	9.4 <sup>a</sup>
G.I.2.10-1-1-1 x CML 2450	57.0 <sup>a</sup>	58.0 <sup>22.0</sup>	<sup>b c</sup>	258.0 <sup>a b c</sup>	139.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	7.5 <sup>a b</sup>
G.I.2.18-2-1-1 x CML 451	54.3 <sup>c d</sup>	55.3 <sup>11.2</sup>	<sup>a b</sup>	241.0 <sup>c</sup>	103.0 <sup>c</sup>	0.0	0.0	7.5 <sup>b</sup>
HP EETP	55.3 <sup>b c</sup>	56.3 <sup>15.8</sup>	<sup>a b c</sup>	271.0 <sup>a b c</sup>	124.0 <sup>a b c</sup>	0.0	0.0	7.0 <sup>b</sup>
INIAP - 601 (T)	53.0 <sup>d e</sup>	53.7 <sup>3.8</sup>	<sup>a</sup>	279.0 <sup>a b c</sup>	128.0 <sup>a b</sup>	0.0	0.0	6.3 <sup>b</sup>
INIAP H-603 (T)	54.0 <sup>c d</sup>	54.7 <sup>8.0</sup>	<sup>a</sup>	283.0 <sup>a b</sup>	115.0 <sup>b c</sup>	0.0	0.0	8.1 <sup>a b</sup>
P 4039 (T)	57.3 <sup>a</sup>	59.0 <sup>26.0</sup>	<sup>c</sup>	262.0 <sup>a b c</sup>	135.0 <sup>a b</sup>	0.0	0.0	7.5 <sup>a b</sup>
TRUENO (T)	55.3 <sup>b c</sup>	56.0 <sup>14.5</sup>	<sup>a b c</sup>	243.0 <sup>b c</sup>	113.0 <sup>b c</sup>	0.0	0.0	6.7 <sup>b</sup>
Promedios	54.9	56.0		268.3	126.4	0.0	0.0	7.5
CV (%)	0.9	0.9		5.2	6.5			8.6
H			24.2					
p			0.0016					

r= Rangos

### Conclusiones:

En relación a los híbridos simples experimentales, tres combinaciones están asociadas al parental femenino GI 2.10 1-1-1, mientras que dos combinaciones están asociadas al parental masculino LI. 4.

Las mejores respuestas ambientales y de estabilidad en términos de rendimientos se presentaron con el genotipo G.I. 2.10-1-1-1 x L.I.4 con 7.6 y 9.4 t ha<sup>-1</sup> en Santa Ana y Chone en su orden.

En Santa Ana, se suman otros tres híbridos promisorios: POB.8a 4-1-1-1 x L.I.4 (7.44 t ha<sup>-1</sup>), G.I.2.25-1-1-1 x POB.3F4.27-1-1-1 (7.34 t ha<sup>-1</sup>) y G.I.2.10-1-1-1 x CLO 451 (6.82 t ha<sup>-1</sup>); mientras que en Chone se suman dos híbridos promisorios: POB.5a.1-1-1 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 y G.I.2.10-1-1-1 X CML 2450.

En estas condiciones de Manabí los rendimientos promedios en general de todos los híbridos se mantiene en el rango de las 7 a 7.5 t ha<sup>-1</sup>, asociados a condiciones ambientales contrastantes, propicias para el desarrollo de hongos foliares y de la mazorca que permitirán realizar una buena selección de los materiales, conjugando acciones fitosanitarias, productivas y de estabilidad.

### Recomendaciones:

Actualmente se tiene una idea de la tendencia de la interacción genotipo ambiente de los híbridos promisorios y en base a su desempeño es recomendable continuar evaluando el año 2021 a nivel de parcelas semi comerciales con alta interacción con productores maiceros de diferentes localidades del Litoral ecuatoriano.

### Referencias:

- CIMMYT. (1985). Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México, D.F.
- INIAP. (2015). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Libro de Campo. Programa de Maíz EE. Portoviejo. Portoviejo, Manabí, Ecuador.
- Paliwal R. L. Granados. G. Honor. R. L. y Violic. A. (2008). El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. FAO. Roma. IT.
- Rodríguez, M.F.A.; Sierra, M.M.; Cano, R.O.; Castañón, N.G. (1997). Three way crosses as an alternative for producing maize in Veracruz, México. In: Coors G.M.; Pandey S. (ed.). The International Symposium about the Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. México City, México.



## **PROYECTO 2. Evaluación del comportamiento de líneas endogámicas introducidas, como potenciales parentales de nuevos híbridos simples y/o triples, en el Litoral ecuatoriano.**

### ***Actividad 1. Evaluación de híbridos simples promisorios procedentes de línea CIMMYT de granos amarillos y blancos.***

#### **Antecedentes**

El maíz es el commodity agrícola que más se produce en el mundo (Panorama alimenticio, 2015). Sus cualidades alimenticias en forma directa para el consumo humano e indirectamente para el mismo fin por medio de la producción de proteína animal de aves y cerdos, y del uso agroindustrial de aceites y biodiesel, lo convierten en un cultivo de alta relevancia en los mercados nacionales e internacionales (Paliwal *et al.*, 2008).

En Ecuador y concretamente en el Litoral ecuatoriano el desarrollo de maíces híbridos, de consistencia cristalino se revisten de importancia económica y social, en donde el sector privado presenta en el mercado alrededor de 20 materiales y el sector público por medio del INIAP presenta siete materiales, en ambos casos, en su mayoría predominan los híbridos simples, tipo cristalinos (Alarcón *et al.*, 2016) y algunos de granos blancos liberados recientemente (Limongi, *et al.*, 2019).

#### **Justificación**

Esta actividad procede del proyecto: Evaluación del comportamiento de líneas endogámicas introducidas, como potenciales parentales de nuevos híbridos simples y/o triples, en el Litoral ecuatoriano. Esta fuente de variabilidad genética proceden del CIMMYT de México y su objetivo general es Aumentar la variabilidad genética y desarrollar nuevos híbridos comerciales para ambientes tropicales del Litoral ecuatoriano; y, objetivo específico de Evaluar y seleccionar el comportamiento de 200 líneas introducidas de maíz en base a sus características agronómicas y productivas.

En esta actividad, el Programa de Maíz de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP durante el año 2019 y teniendo como base las 200 líneas endogámicas introducidas de CIMMYT (México) de grano amarillo (189) y grano blanco (11) que permitió formar 75



híbridos de grano amarillo y 22 híbridos de grano blanco, teniendo como base siete líneas conocidas por su actitud combinatoria específica y/o general, ya sean como progenitores femeninos o masculinos.

## Objetivos

### Objetivo General.

Determinar la capacidad productiva y fitosanitaria de híbridos de grano amarillo y de grano blanco para ambientes tropicales del Litoral ecuatoriano.

### Objetivo Específico.

Evaluar 75 híbridos de maíz de grano amarillo y 22 híbridos de grano blanco en base a sus características agronómicas y productivas.

Seleccionar los mejores híbridos en base a producción y productividad

### Hipótesis

No existen diferencias en el comportamiento agronómico entre los híbridos de maíz.

### Esquema de Mejoramiento usados en el 2020

#### Actividad 1a. Evaluación de 75 híbridos de maíz de grano amarillo.

### Metodología

En esta fase se evaluaron 75 híbridos de maíz de grano amarillo comparados con 6 testigos comerciales, lo cual dio la oportunidad de establecerlos en un diseño de Latice simple 9 x 9, con dos repeticiones. Cada unidad experimental constó de 1 surco de 5 m de longitud,



distanciados a 0.8 m entre surcos y 0.20 m entre plantas, una planta por sitio, densidad de 62500 plantas por hectárea.

## Resultados

La Tabla 9, muestra las principales estadística descriptiva y la tendencia de normalidad de 14 variables procedentes de 81 materiales evaluados. Referente al rendimiento de grano, el ADEVA presentó diferencias altamente significativas donde el testigo comercial P4039 mostro los mayores rendimientos con 8.21 t ha<sup>-1</sup>, mostrándose siete híbridos promisorios que presentan rendimientos entre las 7.15 a 7.64 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 10). El análisis de componentes principales por medio del método de Ward determina que los híbridos se agrupan en cinco grupos (Figura 1).

El grupo 1, estaba conformado por 26 híbridos caracterizados por ser los más precoces con una media de 48.7 a 49.6 de floración masculina y femenina en su orden, los de menor altura total de planta e inserción de mazorcas, no presentaban acame de raíz ni de tallo, incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium* con infección mediana, *Curvularia* con infección severa, y ausencia de *Cercospora*, roya y cinta roja, además presentaban los más bajos porcentajes de mazorcas podridas, buen rendimiento promedios y dentro de sus representantes se encontraban dos híbridos promisorios seleccionados por poseer rendimientos superiores a las 7 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 11).

El grupo 2, estaba conformado por tres híbridos caracterizados por ser precoces, un día más que el grupo 1, con una media de 50 a 50.7 de floración masculina y femenina en su orden, de altura total de planta e inserción de mazorcas medianas, no presentaban acame de raíz ni de tallo, incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium* y roya con infección leve, *Curvularia* con infección severa, y ausencia de *Cercospora*, y cinta roja, presentaban los más altos porcentajes de mazorcas podridas (10.6%), rendimiento promedios entre 6.1 a 6.7 t ha<sup>-1</sup> y dentro de sus representantes no fueron seleccionados híbridos promisorios (Tabla 12).



El grupo 3, estaba conformado por seis híbridos caracterizados por ser los más tardíos con una media de 52.6 a 53.1 de floración masculina y femenina en su orden, de altura total de planta e inserción de mazorcas medianas, no presentaban acame de raíz ni de tallo, incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium* con infección moderada, *Curvularia* con infección severa, y ausencia de *Cercospora*, roya y cinta roja, presentaban los más altos porcentajes de mazorcas podridas (11.8%), se encontraban los híbridos de menores rendimiento promedios entre 4.4 a 5.4 t ha<sup>-1</sup> y dentro de sus representantes no fueron seleccionados híbridos promisorios (Tabla 13).

El grupo 4, estaba conformado por 18 híbridos caracterizados por ser más precoz con un día en relación al grupo 3, con una media de 51.3 a 52 días de floración masculina y femenina en su orden, también eran los híbridos de mayor altura total de planta e inserción de mazorcas, no presentaban acame de raíz ni de tallo, incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium* con infección leve, *Curvularia* con infección severa y ausencia de *Cercospora*, roya y cinta roja; presentaban los más bajos porcentajes de mazorcas podridas (2.9%), se encontraban los híbridos de rendimiento promedios entre 4.4 a 6.8 t ha<sup>-1</sup> y dentro de sus representantes se encontraba el testigo comercial con mayor rendimiento de 8.2 t ha<sup>-1</sup>, no fueron seleccionados híbridos promisorios (Tabla 14).

El grupo 5, era el más numeroso y estaba formado por 28 híbridos caracterizados con un ritmo fenológico reproductivo similar al grupo 4, con una media de 51.6 a 52 días de floración masculina y femenina en su orden, eran híbridos de mediana altura total de planta e inserción de mazorcas, no presentaban acame de raíz ni de tallo, incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium* con infección leve, *Curvularia* con infección severa y ausencia de *Cercospora*, roya y cinta roja; presentaban muy bajos porcentajes de mazorcas podridas (3%), se encontraban los híbridos de rendimiento promedios entre 5.6 a 7.6 t ha<sup>-1</sup> y dentro de sus representantes se encontraban cinco híbridos seleccionados con rendimientos superiores a las 7.4 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 15).

En términos generales podemos indicar que existen 8 híbridos seleccionados cuyos índices de selección están asociados a la floración masculina y femenina, altura total de planta e



inserción de mazorcas, acame de raíz y de tallo, incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium*, *Curvularia*, *Cercospora*, roya y cinta roja; así como mazorcas podridas, cobertura de mazorca y aspecto de plantas y rendimiento de grano (Tabla 16, Figura 2).

El análisis de componentes principales contribuye con el 63% de la variabilidad y el efecto asociado de cada variable dentro de cada grupo (Figura 3), mientras que el componente principal asociando cada híbrido con las variables en estudio determina un 45% (Figura 4). Se estableció un ranking de cada variable y se les asignó un peso probabilístico a cada variable con lo cual podemos ver las tendencias presentadas por cada grupo tanto para las variables fenológicas y fitosanitarias (Tabla 17 y 18).

Las tablas 19, 20, 21, 22, 23 y 24 determinan las diferencias estadísticas obtenidas con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en las variables floración masculina, femenina, altura total de plantas, altura de inserción de mazorcas, acame de tallo y mazorcas podridas.

**Tabla 9. Estadística descriptiva y Análisis de normalidad Shapiro-Wilks (modificado)\* de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz de grano amarillo. Lattice simple 9x9 EEP 2020. (n=162).**

Variable	Media/Moda	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	W*	p (una cola)
FM	50.60	1.80	0.14	3.56	46.00	54.00	0.94	<0,0001
FF	51.25	1.68	0.13	3.27	44.00	54.00	0.91	<0,0001
ALP	293.09	23.12	1.82	7.89	205.00	340.00	0.95	<0,0001
AIM	162.12	13.21	1.04	8.15	130.00	190.00	0.97	0.0186
AT	0.49	1.81	0.14	368.36	0.00	13.60	0.32	<0,0001
MP	7.77	5.84	0.46	75.14	0.00	26.30	0.89	<0,0001
Rend	6.04	1.00	0.08	16.56	3.74	8.64	0.98	0.3132
H	2.00	0.51	0.04					
R	1.00	0.47	0.04					
Cu	4.00	0.26	0.02					
CR	1.00	0.00	0.00					
Ce	1.00	0.11	0.01					
CM	2.00	0.00	0.00					
ASP	3.00	0.47	0.04					

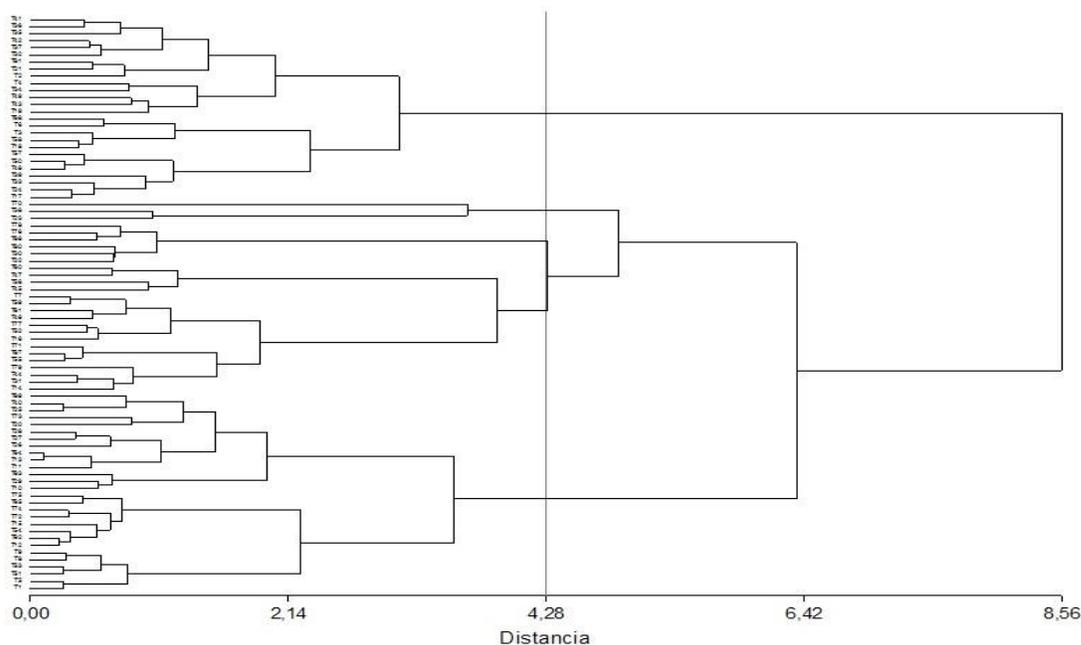
FM= Floración masculina (días), FF= Floración femenina (días), ALP= Altura de planta (cm), AIM= Altura de inserción de mazorca (cm), AT= Acame de tallo (%), H= *Helminthosporium*, R= Roya, Cu= *Curvularia*, CR= Cinta Roja, Ce= *Cercospora*, CM= Cobertura de mazorca, MP= Mazorcas podridas %, ASP= Aspecto de planta, Rend= Rendimiento t/ha.



**Tabla 10. Análisis de rendimiento de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Latice simple 9x9. EEP 2020.**

#	Genealogía	Rend t/ha	# Genealogía	Rend t/ha	# Genealogía	Rend t/ha		
1	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-362	6.35 <sub>a b</sub>	28	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-560	6.54 <sub>a b</sub>	55	CML-347 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	6.11 <sub>a b</sub>
2	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-428	4.72 <sub>a</sub>	29	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-585	6.22 <sub>a b</sub>	56	CML-428 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	4.42 <sub>a</sub>
3	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-437	5.37 <sub>a b</sub>	30	LP3a X CML-347	4.49 <sub>a</sub>	57	CML-437 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	4.73 <sub>a</sub>
4	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-473	4.99 <sub>a b</sub>	31	LP3a X CML-362	5.93 <sub>a b</sub>	58	CML-473 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	4.63 <sub>a</sub>
5	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-496	6.25 <sub>a b</sub>	32	LP3a X CML-428	5.68 <sub>a b</sub>	59	CLYN-2235 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	5.77 <sub>a b</sub>
6	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-201	5.96 <sub>a b</sub>	33	LP3a X CML-437	5.72 <sub>a b</sub>	60	CLYN-300 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	5.95 <sub>a b</sub>
7	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-235	5.91 <sub>a b</sub>	34	LP3a X CML-473	4.84 <sub>a b</sub>	61	CLYN-352 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	6.46 <sub>a b</sub>
8	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-300	6.77 <sub>a b</sub>	35	LP3a X CML-496	6.25 <sub>a b</sub>	62	CLYN-485 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	6.72 <sub>a b</sub>
9	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-352	6.64 <sub>a b</sub>	36	LP3a X CLYN-201	5.82 <sub>a b</sub>	63	CLYN-558 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	6.05 <sub>a b</sub>
10	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-482	5.89 <sub>a b</sub>	37	LP3a X CLYN-235	5.46 <sub>a b</sub>	64	CLYN-560 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	5.62 <sub>a b</sub>
11	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-485	6.09 <sub>a b</sub>	38	LP3a X CLYN-300	6.05 <sub>a b</sub>	65	CLYN-585 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	7.44 <sub>a b</sub>
12	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-558	6.63 <sub>a b</sub>	39	LP3a X CLYN-352	7.32 <sub>a b</sub>	66	CML-347 X L.I.4	5.41 <sub>a b</sub>
13	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-560	5.58 <sub>a b</sub>	40	LP3a X CLYN-482	5.66 <sub>a b</sub>	67	CML-362X L.I.4	6.48 <sub>a b</sub>
14	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-585	6.4 <sub>a b</sub>	41	LP3a X CLYN-485	6.19 <sub>a b</sub>	68	CML-428 X L.I.4	6.59 <sub>a b</sub>
15	G1.2. 18-2-1-1 X CML-347	6.03 <sub>a b</sub>	42	LP3a X CLYN-558	5.98 <sub>a b</sub>	69	CML-473 X L.I.4	6.39 <sub>a b</sub>
16	G1.2. 18-2-1-1 X CML-362	5.62 <sub>a b</sub>	43	LP3a X CLYN-560	6.52 <sub>a b</sub>	70	CML-473 X L.I.4	5.99 <sub>a b</sub>
17	G1.2. 18-2-1-1 X CML-428	6.42 <sub>a b</sub>	44	LP3a X CLYN-585	6.45 <sub>a b</sub>	71	CLYN-235 X L.I.4	6.69 <sub>a b</sub>
18	G1.2. 18-2-1-1 X CML-437	5.32 <sub>a b</sub>	45	CML-347 X POB.3F4. 27-1-1-1	5.62 <sub>a b</sub>	72	CLYN-485 X L.I.4	6.95 <sub>a b</sub>
19	G1.2. 18-2-1-1 X CML-473	5.63 <sub>a b</sub>	46	CML-362 X POB.3F4. 27-1-1-1	5.55 <sub>a b</sub>	73	CLYN-558 X L.I.4	6.45 <sub>a b</sub>
20	G1.2. 18-2-1-1 X CML-496	7.41 <sub>a b</sub>	47	CML-3428 X POB.3F4. 27-1-1-1	5.59 <sub>a b</sub>	74	CLYN-560 X L.I.4	6.62 <sub>a b</sub>
21	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-201	5.19 <sub>a b</sub>	48	CML-437 X POB.3F4. 27-1-1-1	5.14 <sub>a b</sub>	75	CLYN-585 X L.I.4	7.64 <sub>a b</sub>
22	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-235	5.21 <sub>a b</sub>	49	CML-473 X POB.3F4. 27-1-1-1	5.21 <sub>a b</sub>	76	T1 INIAP 554	4.42 <sub>a</sub>
23	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-300	6.7 <sub>a b</sub>	50	CLYN-352 X POB3.F4. 27-1-1-1	5.77 <sub>a b</sub>	77	T2 INIAP 601	6.78 <sub>a b</sub>
24	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-352	7.15 <sub>a b</sub>	51	CLYN-485 X POB3.F4. 27-1-1-1	7.37 <sub>a b</sub>	78	T3 INIAP 603	5.39 <sub>a b</sub>
25	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-482	6.24 <sub>a b</sub>	52	CLYN-558X POB3.F4. 27-1-1-1	6.63 <sub>a b</sub>	79	T4 P 4039	8.21 <sub>b</sub>
26	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-485	6.83 <sub>a b</sub>	53	CLYN-560 X POB3.F4. 27-1-1-1	6.74 <sub>a b</sub>	80	T5 TRUENO	4.57 <sub>a</sub>
27	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-558	6.41 <sub>a b</sub>	54	CLYN-585 X POB3.F4. 27-1-1-1	7.43 <sub>a b</sub>	81	T6 ADV 9139	5.29 <sub>a b</sub>
Promedio General				6.05				
CV (%)				14.1				

**Método de Ward**



**Figura 1. Análisis de agrupamiento por el método de Ward de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Latice simple 9x9. EEP 2020.**



**Tabla 11. Principales características de 26 híbridos presente en el grupo 1 del estudio de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz de grano amarillo. Lattice simple 9x9. EEP 2020.**

GRUPO 1															
Híbridos	FM	FF	ALP	AIM	AR	AT	H	R	Cu	CR	Ce	CM	MP	ASP	Rend
H39	48.0	48.5	311.5	150.0	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	2.4	3	7.3
H24	49.0	50.0	289.5	145.5	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	6.7	3	7.2
H68	50.5	51.5	313.0	174.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	6.3	4	6.6
H43	49.5	49.5	240.5	155.0	0.0	0.0	2	2	4	1	1	2	4.4	3	6.5
H17	49.0	49.5	291.5	157.0	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	7.3	3	6.4
H35	49.0	49.5	287.0	156.0	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	13.5	4	6.3
H41	48.5	49.5	272.5	145.0	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	16.1	3	6.2
H42	48.5	49.5	280.5	150.5	0.0	0.0	2	2	4	1	1	2	17.1	3	6.0
H6	49.5	51.0	302.0	170.5	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	7.4	4	6.0
H36	48.0	49.5	268.5	157.0	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	10.1	3	5.8
H50	48.5	49.5	320.0	157.5	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	9.4	3	5.8
H33	48.0	49.0	277.0	144.5	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	6.4	3	5.7
H32	48.0	49.0	297.5	170.5	0.0	0.0	2	2	4	1	1	2	15.6	3	5.7
H19	48.5	49.0	247.5	144.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	4.5	4	5.6
H37	49.0	50.5	271.5	155.5	0.0	0.0	2	2	4	1	1	2	10.2	3	5.5
H3	49.0	50.5	294.5	166.0	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	17.4	4	5.4
H18	48.5	49.5	290.5	161.5	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	8.6	4	5.3
H81	52.0	52.0	269.5	142.5	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	6.0	3	5.3
H49	47.0	47.5	281.0	160.0	0.0	0.0	2	2	4	1	1	2	4.4	3	5.2
H21	49.5	51.0	257.5	147.5	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	10.8	3	5.2
H48	48.5	49.0	305.0	156.0	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	8.8	3	5.1
H4	48.0	47.0	272.0	153.5	0.0	2.2	3	1	4	1	1	2	6.4	4	5.0
H34	46.0	47.0	267.5	143.0	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	11.6	4	4.8
H57	49.0	50.0	292.5	161.0	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	7.3	3	4.7
H2	50.0	51.0	280.0	165.5	0.0	2.1	3	2	4	1	1	2	9.3	3	4.7
H58	48.0	49.0	287.5	163.0	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	14.1	4	4.6
Media/Moda	48.7	49.6	283.4	155.8	0.0	0.2	3	1	4	1	1	2	9.3	3.0	5.7
DE	1.1	1.2	18.9	8.9		0.6	0.3	0.4	0.2				4.1	0.3	0.7
IS	47.6	48.3	264.4	146.9	0.0	-0.4	2	1	4	1	1	2	5.2	2.7	6.4

FM= Floración masculina (días), FF= Floración femenina (días), ALP= Altura de planta (cm), AIM= Altura de inserción de mazorca (cm), AR= Acame de raíz (%), AT= Acame de tallo (%), H= Helminthosporium, R= Roya, Cu= Curvularia, CR= Cinta Roja, Ce= Cercospora, CM= Cobertura de mazorca, MP= Mazorcas podridas %, ASP= Aspecto de la planta, Rend= Rendimiento t/ha, DE= Desviación estandar, IS= Índice de selección



**Tabla 12. Principales características de tres híbridos presente en el grupo 2 del estudio de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Latice simple 9x9. EEP 2020.**

GRUPO 2															
Híbridos	FM	FF	ALP	AIM	AR	AT	H	R	Cu	CR	Ce	CM	MP	ASP	Rend
H23	51.0	52.0	295.0	163.5	0.0	2.1	2	2	4	1	2	2	6.4	3.0	6.7
H38	49.5	51.0	292.0	147.0	0.0	0.0	2	2	4	1	2	2	15.9	3.5	6.1
H70	49.5	49.0	303.5	173.5	0.0	0.0	2	2	3	1	1	2	9.5	3.5	6.0
Media/Moda	50.0	50.7	296.8	161.3	0.0	0.7	2	2	4	1	1	2	10.6	3.3	6.2
DE	0.7	1.2	4.9	10.9		1.0		0.2	0.4		0.2		4.0	0.2	0.3
IS	49.3	49.4	292.0	150.4	0.0	-0.3	2	2	3	1	1	2	6.6	3.1	6.6

FM= Floración masculina (días), FF= Floración femenina (días), ALP= Altura de planta (cm), AIM= Altura de inserción de mazorca (cm), AR= Acame de raíz (%), AT= Acame de tallo (%), H= Helminthosporium, R= Roya, Cu= Curvularia, CR= Cinta Roja, Ce= Cercospora, CM= Cobertura de mazorca, MP= Mazorcas podridas %, ASP= Aspecto de la planta, Rend= Rendimiento t/ha, DE= Desviación estandar, IS= Índice de selección

**Tabla 13. Principales características de seis híbridos presente en el grupo 3 del estudio de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Latice simple 9x9. EEP 2020.**

GRUPO 3															
Híbridos	FM	FF	ALP	AIM	AR	AT	H	R	Cu	CR	Ce	CM	MP	ASP	Rend
H66	54.0	54.0	314.0	170.5	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	7.0	3.5	5.4
H78	52.0	52.5	317.5	161.5	0.0	2.4	3	2	4	1	1	2	14.4	3.5	5.4
H22	53.0	53.5	296.5	166.0	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	13.6	3.5	5.2
H80	52.5	52.5	270.0	157.5	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	11.0	4.0	4.6
H30	51.0	52.0	289.0	143.0	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	10.8	3.5	4.5
H76	53.0	54.0	307.0	165.0	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	13.9	4.0	4.4
Media/Moda	52.6	53.1	299.0	160.6	0.0	0.4	3	1	4	1	1	2	11.8	3.7	4.9
DE	0.9	0.8	16.2	8.8		0.9	0.2	0.3	0.2				2.5	0.2	0.4
IS	51.7	52.3	282.8	151.8	0.0	-0.5	2	1	4	1	1	2	9.2	3.4	5.3

FM= Floración masculina (días), FF= Floración femenina (días), ALP= Altura de planta (cm), AIM= Altura de inserción de mazorca (cm), AR= Acame de raíz (%), AT= Acame de tallo (%), H= Helminthosporium, R= Roya, Cu= Curvularia, CR= Cinta Roja, Ce= Cercospora, CM= Cobertura de mazorca, MP= Mazorcas podridas %, ASP= Aspecto de la planta, Rend= Rendimiento t/ha, DE= Desviación estandar, IS= Índice de selección



**Tabla 14. Principales características de 18 híbridos presente en el grupo 4 del estudio de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Lattice simple 9x9. EEP 2020.**

GRUPO 4																
Híbridos	FM	FF	ALP	AIM	AR	AT	H	R	Cu	CR	Ce	CM	MP	ASP	Rend	
H79	52.0	52.5	298.0	160.5	0.0	0.0	2	2	4	1	1	2	8.7	3	8.2	
H77	49.5	50.5	301.0	163.0	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	4.4	3	6.8	
H71	52.5	53.0	333.5	190.0	0.0	0.0	2	2	4	1	1	2	0.0	3	6.7	
H52	51.5	51.5	320.0	159.5	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	7.7	3	6.6	
H67	52.5	53.0	325.0	180.0	0.0	0.0	2	2	4	1	1	2	5.8	3	6.5	
H61	50.5	50.5	315.0	180.0	0.0	2.3	3	2	4	1	1	2	4.6	3	6.5	
H44	50.0	52.0	298.5	158.5	0.0	0.0	2	2	4	1	1	2	6.7	3	6.5	
H14	51.5	51.5	294.5	172.5	0.0	2.1	2	2	4	1	1	2	12.7	3	6.4	
H55	52.5	52.5	316.0	180.0	0.0	0.0	2	2	4	1	1	2	2.0	3	6.1	
H60	50.5	52.0	315.0	185.5	0.0	4.2	3	1	4	1	1	2	2.3	3	6.0	
H31	51.5	52.5	311.5	164.0	0.0	0.0	2	2	4	1	1	2	9.4	3	5.9	
H7	51.0	53.0	326.0	183.5	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	7.3	3	5.9	
H59	51.0	53.0	329.0	176.0	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	2.3	3	5.8	
H45	53.0	53.0	332.5	183.5	0.0	6.8	3	1	4	1	1	2	4.8	3	5.6	
H16	51.5	52.5	297.5	160.0	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	6.6	3	5.6	
H47	49.5	50.0	313.0	173.0	0.0	2.1	3	1	4	1	1	2	7.4	3	5.6	
H46	52.0	52.5	319.0	184.0	0.0	2.3	3	2	4	1	1	2	2.7	3	5.6	
H56	50.0	51.0	288.0	175.0	0.0	7.3	3	1	4	1	1	2	11.4	3	4.4	
Media/Moda	51.3	52.0	312.9	173.8	0.0	1.5	2	1	4	1	1	2	5.9	2.9	6.1	
DE	1.0	0.9	13.5	10.1		2.3	0.4	0.3	0.1				3.3	0.2	0.7	
IS	50.2	51.1	299.5	163.7	0.0	-0.8	2	1	4	1	1	2	2.6	2.7	6.9	

FM= Floración masculina (días), FF= Floración femenina (días), ALP= Altura de planta (cm), AIM= Altura de inserción de mazorca (cm), AR= Acame de raíz (%), AT= Acame de tallo (%), H= Helminthosporium, R= Roya, Cu= Curvularia, CR= Cinta Roja, Ce= Cercospora, CM= Cobertura de mazorca, MP= Mazorcas podridas %, ASP= Aspecto de la planta, Rend= Rendimiento t/ha, DE= Desviación estandar, IS= Índice de selección



**Tabla 15. Principales características de 28 híbridos presente en el grupo 5 del estudio de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Latice simple 9x9. EEP. 2020.**

GRUPO 5															
Híbridos	FM	FF	ALP	AIM	AR	AT	H	R	Cu	CR	Ce	CM	MP	ASP	Rend
T75	53.0	53.0	308.0	175.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	2.2	3	7.6
T65	52.0	52.0	300.5	175.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	8.5	3	7.4
T54	51.5	52.0	305.5	164.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	2.5	3	7.4
T20	52.0	52.0	267.5	154.0	0.0	0.0	3	2	4	1	1	2	6.3	2	7.4
T51	51.0	51.5	302.0	160.5	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	6.3	3	7.4
T72	53.0	53.0	292.5	156.5	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	0.0	3	7.0
T26	50.0	51.5	282.5	155.5	0.0	2.1	2	1	4	1	1	2	8.4	3	6.8
T8	50.5	51.0	302.5	180.5	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	4.6	3	6.8
T53	51.5	52.0	299.5	164.0	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	4.2	3	6.7
T62	51.0	52.0	306.0	166.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	4.3	3	6.7
T9	50.5	51.5	308.0	175.5	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	9.1	3	6.6
T12	50.5	51.5	293.0	162.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	2.3	3	6.6
T74	52.5	52.5	284.0	154.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	4.5	3	6.6
T28	50.0	51.5	273.0	140.5	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	9.3	3	6.5
T73	53.0	52.5	280.5	157.5	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	6.8	2	6.5
T27	49.0	51.0	262.5	143.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	4.2	3	6.4
T69	51.0	51.5	255.5	175.5	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	6.2	3	6.4
T1	52.0	52.0	313.5	180.0	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	0.0	3	6.4
T5	51.0	52.0	296.5	178.0	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	0.0	3	6.3
T25	52.5	53.0	270.5	148.0	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	6.7	3	6.2
T29	52.5	52.5	279.0	139.5	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	17.1	3	6.2
T11	52.5	52.5	259.0	149.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	4.8	3	6.1
T63	50.5	51.0	289.5	162.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	17.2	3	6.1
T15	52.5	52.5	305.5	168.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	6.1	3	6.0
T10	52.5	53.0	289.0	153.0	0.0	2.1	2	1	4	1	1	2	20.3	3	5.9
T40	52.0	52.0	270.5	150.5	0.0	0.0	3	1	4	1	1	2	7.9	3	5.7
T64	51.5	51.5	279.0	159.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	4.6	3	5.6
T13	52.0	52.0	280.0	158.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	2	5.2	3	5.6
Media/Moda	51.6	52.0	287.7	160.9	0.0	0.2	2	1	4	1	1	2	6.4	3	6.5
DE	1.0	0.6	16.2	11.7		0.5	0.3	0.1	0.2				4.8	0.3	0.6
IS	50.5	51.4	271.5	149.2	0.0	-0.4	2	1	4	1	1	2	1.6	2.5	7.1

FM= Floración masculina (días), FF= Floración femenina (días), ALP= Altura de planta (cm), AIM= Altura de inserción de mazorca (cm), AR= Acame de raíz (%), AT= Acame de tallo (%), H= Helminthosporium, R= Roya, Cu= Curvularia, CR= Cinta Roja, Ce= Cercospora, CM= Cobertura de mazorca, MP= Mazorcas podridas %, ASP= Aspecto de la planta, Rend= Rendimiento t/ha, DE= Desviación estandar, IS= Índice de selección

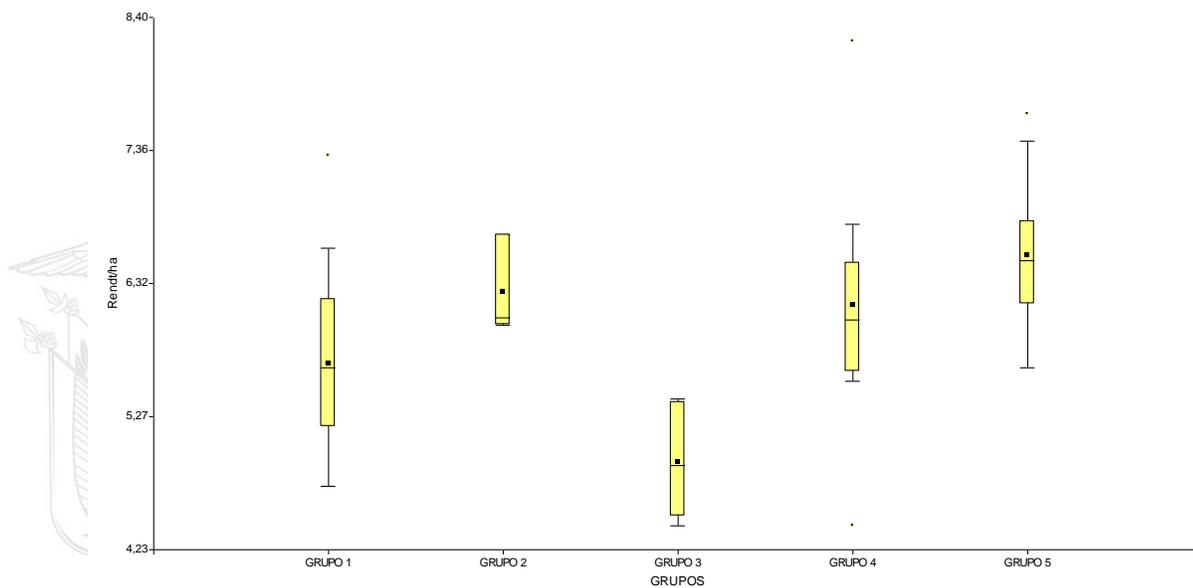




**Tabla 16. Promedios de las principales variables de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Latice simple 9x9. EEP. 2020.**

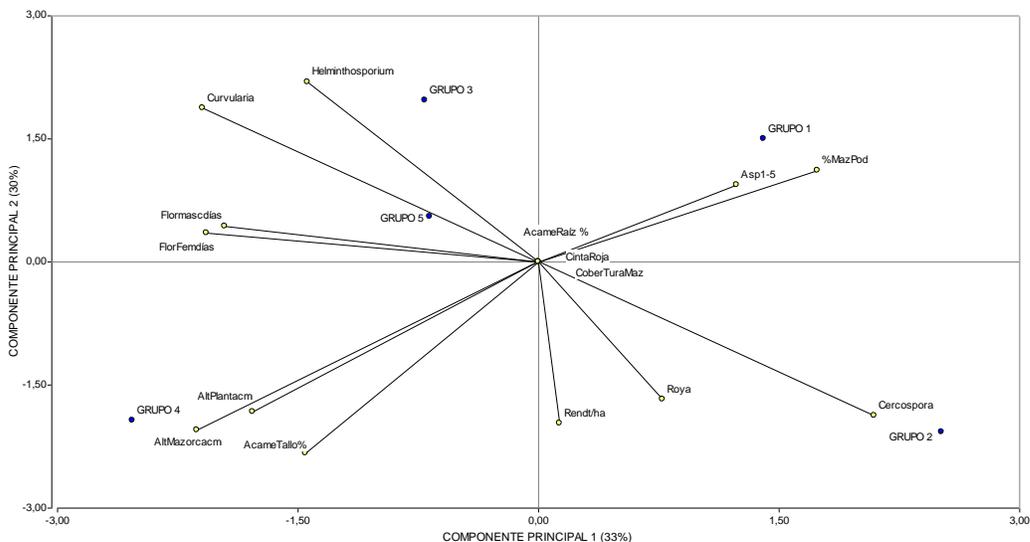
Estadístico	FM	FF	ALP	AIM	AR	AT	H	R	Cu	CR	Ce	CM	MP	ASP	Rend
Media/Moda	50.6	51.3	293.1	162.1	0.0	0.5	2	1	4	1	1	2	7.8	3.0	6.0
DE	1.7	1.6	19.9	12.2	0.0	1.3	0.4	0.3	0.2	0.0	0.1	0.0	4.5	0.4	0.8
IS	48.9	49.7	273.1	149.9	0.0	-0.8	2	1	4	1	1	2	3.2	2.7	6.8

FM= Floración masculina (días), FF= Floración femenina (días), ALP= Altura de planta (cm), AIM= Altura de inserción de mazorca (cm), AR= Acame de raíz (%), AT= Acame de tallo (%), H= Helminthosporium, R= Roya, Cu= Curvularia, CR= Cinta Roja, Ce= Cercospora, CM= Cobertura de mazorca, MP= Mazorcas podridas %, ASP= Aspecto de la planta, Rend= Rendimiento t/ha, DE= Desviación estandar, IS= Índice de selección

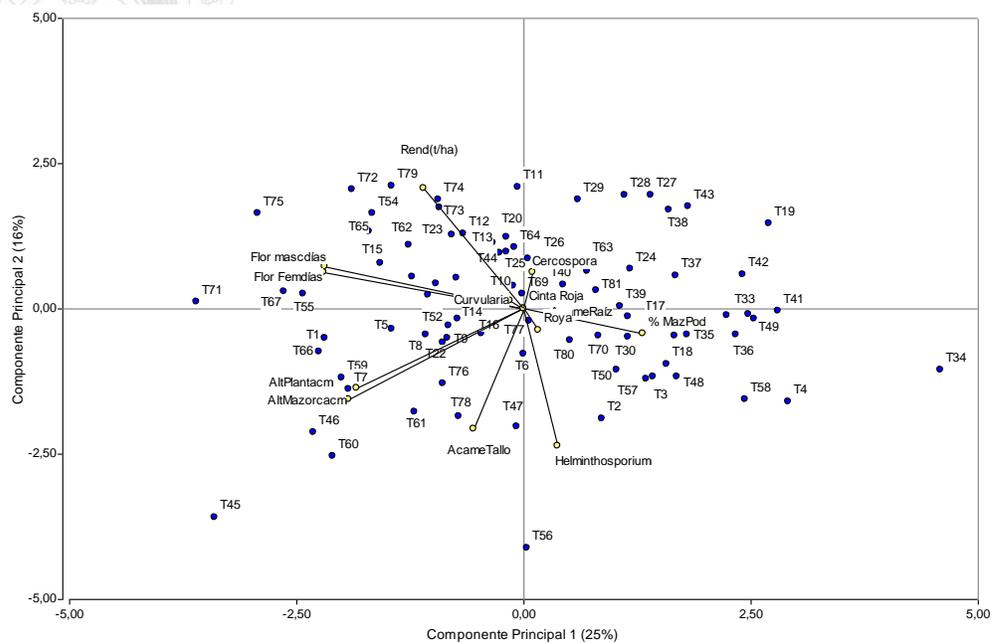
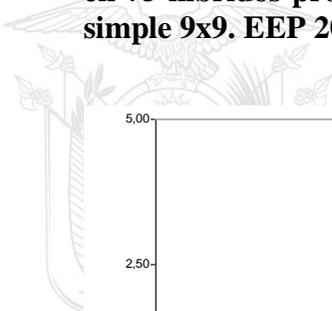


**Figura 2. Rendimientos promedios por grupos obtenidas de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Latice simple 9x9. EEP. 2020.**





**Figura 3. Análisis de componentes principales de las variables evaluadas entre grupos en 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Lattice simple 9x9. EEP 2020.**



**Figura 4. Análisis de componentes principales de las variables evaluadas asociadas a 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Lattice simple 9x9. EEP 2020.**



**Tabla 17. Comparación estadística entre grupos de las variables del estudio de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Lattice simple 9x9. EEP 2020.**

GRUPOS	FM	FF	ALP	AIM	AT	MP	Rend	Ranking
1	4.0 <sub>a</sub>	4.0 <sub>a</sub>	4.0 <sub>a</sub>	4.0 <sub>a</sub>	4.0 <sub>a</sub>	3.5 <sub>a b</sub>	3.0 <sub>b</sub>	26.5
2	3.0 <sub>b</sub>	3.0 <sub>b</sub>	3.5 <sub>a b</sub>	4.0 <sub>a</sub>	3.5 <sub>a b</sub>	3.0 <sub>b</sub>	3.5 <sub>a b</sub>	23.5
5	2.0 <sub>c</sub>	2.0 <sub>c</sub>	3.5 <sub>a b</sub>	4.0 <sub>a</sub>	4.0 <sub>a</sub>	4.0 <sub>a</sub>	4.0 <sub>a</sub>	23.5
4	2.0 <sub>c</sub>	2.0 <sub>c</sub>	2.0 <sub>c</sub>	3.0 <sub>b</sub>	3.0 <sub>b</sub>	4.0 <sub>a</sub>	3.5 <sub>a b</sub>	19.5
3	1.0 <sub>d</sub>	1.0 <sub>d</sub>	3.0 <sub>b</sub>	4.0 <sub>a</sub>	4.0 <sub>a</sub>	3.0 <sub>b</sub>	2.0 <sub>c</sub>	18.0
Promedio	2.4	2.4	3.2	3.8	3.7	3.5	3.2	
CV (%)	2.12	1.9	5.8	6.5	254.4	54.7	10.9	

FM= Floración masculina (días), FF= Floración femenina (días), ALP= Altura de planta (cm), AIM= Altura de inserción de mazorca (cm), AR= Acame de raíz (%), AT= Acame de tallo (%), H= Helminthosporium, R= Roya, Cu= Curvularia, CR= Cinta Roja, Ce= Cercospora, CM= Cobertura de mazorca, MP= Mazorcas podridas %, ASP= Aspecto de la planta, Rend= Rendimiento t/ha.

**Tabla 18. Comparación estadística entre grupos asociadas a las variables fitosanitarias de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz de grano amarillo. Lattice simple 9x9. EEP 2020.**

GRUPOS	Helminthosporium		Roya		Curvularia		Cinta roja		Cercospora	
	2*	3*	1*	2*	3*	4*	1*	1*	2*	
1	21.1	79.0	52.6	47.4		100.0	100.0	100.0		
2	100.0		95.2	4.8		100.0	100.0	100.0		
3	100.0			100.0	33.3	66.7	100.0	33.3	66.7	
4		100.0	41.7	58.3		100.0	100.0	100.0		
5	26.9	73.1	42.3	57.7		100.0	100.0	100.0		
Total	43.2	56.8	56.8	43.2	1.2	98.8	100.0	97.5	2.5	
Chi Cuadrado Pearson	47.29		20.07		26.33		19.68		53.32	
<i>p</i>	<0.0001		0.0005		<0.0001		0.0006		<0.0001	
Coef.Conting.Cramer	0.54		0.35		0.40		0.49		0.57	
Coef.Conting.Pearson	0.61		0.45		0.50		0.44		0.63	

\*1= Plantas sanas, 2= Infección débil, 3= Infección ligera, 4= Infección moderada, 5= Infección severa

**Tabla 19. Análisis estadístico no paramétrico (Kruskal Wallis) de la Floración masculina del estudio de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Latice simple 9x9. EEP 2020.**

Variable Floración masculina (días). Kruskal Wallis. H 141.2 P <0,0001

#	Genealogía	ȳ	SD	R	#	Genealogía	ȳ	SD	R	#	Genealogía	ȳ	SD	R
34	LP3a X CML-473	46.0	0.0	1.5 A	38	LP3a X CLYN-300	49.5	2.1	52.0 A B C D	64	CLYN-560 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	51.5	0.7	105.0 B C D E F
49	CML-473 X POB.3F4. 27-1-1-1	47.0	0.0	4.0 A	26	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-485	50.0	0.0	62.5 A B C D E	20	G1.2. 18-2-1-1 X CML-496	52.0	1.4	118.5 C D E F
32	LP3a X CML-428	48.0	0.0	14.5 A B	28	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-560	50.0	0.0	62.5 A B C D E	78	T3 INIAP 603	52.0	1.4	118.5 C D E F
33	LP3a X CML-437	48.0	0.0	14.5 A B	44	LP3a X CLYN-585	50.0	0.0	62.5 A B C D E	79	T4 P 4039	52.0	1.4	118.5 C D E F
36	LP3a X CLYN-201	48.0	0.0	14.5 A B	56	CML-428 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	50.0	0.0	62.5 A B C D E	1	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-362	52.0	0.0	120.5 C D E F
39	LP3a X CLYN-352	48.0	0.0	14.5 A B	2	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-428	50.0	1.4	63.0 A B C D E	13	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-560	52.0	0.0	120.5 C D E F
58	CML-473 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	48.0	0.0	14.5 A B	8	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-300	50.5	0.7	76.0 A B C D E F	40	LP3a X CLYN-482	52.0	0.0	120.5 C D E F
4	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-473	48.0	1.4	20.3 A B	9	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-352	50.5	0.7	76.0 A B C D E F	46	CML-362 X POB.3F4. 27-1-1-1	52.0	0.0	120.5 C D E F
18	G1.2. 18-2-1-1 X CML-437	48.5	0.7	25.5 A B	12	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-558	50.5	0.7	76.0 A B C D E F	65	CLYN-585 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	52.0	0.0	120.5 C D E F
19	G1.2. 18-2-1-1 X CML-473	48.5	0.7	25.5 A B	60	CLYN-300 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	50.5	0.7	76.0 A B C D E F	81	T6 ADV 9139	52.0	0.0	120.5 C D E F
41	LP3a X CLYN-485	48.5	0.7	25.5 A B	61	CLYN-352 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	50.5	0.7	76.0 A B C D E F	29	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-585	52.5	2.1	124.8 C D E F
42	LP3a X CLYN-558	48.5	0.7	25.5 A B	63	CLYN-558 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	50.5	0.7	76.0 A B C D E F	10	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-482	52.5	0.7	134.0 D E F
48	CML-437 X POB.3F4. 27-1-1-1	48.5	0.7	25.5 A B	68	CML-428 X L.I.4	50.5	0.7	76.0 A B C D E F	11	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-485	52.5	0.7	134.0 D E F
50	CLYN-352 X POB3.F4. 27-1-1-1	48.5	0.7	25.5 A B	5	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-496	51.0	0.0	89.5 A B C D E F	15	G1.2. 18-2-1-1 X CML-347	52.5	0.7	134.0 D E F
17	G1.2. 18-2-1-1 X CML-428	49.0	0.0	36.5 A B C	7	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-235	51.0	0.0	89.5 A B C D E F	25	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-482	52.5	0.7	134.0 D E F
24	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-352	49.0	0.0	36.5 A B C	51	CLYN-485 X POB3.F4. 27-1-1-1	51.0	0.0	89.5 A B C D E F	55	CML-347 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	52.5	0.7	134.0 D E F
27	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-558	49.0	0.0	36.5 A B C	62	CLYN-485 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	51.0	0.0	89.5 A B C D E F	67	CML-362X L.I.4	52.5	0.7	134.0 D E F
35	LP3a X CML-496	49.0	0.0	36.5 A B C	23	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-300	51.0	1.4	91.5 A B C D E F	71	CLYN-235 X L.I.4	52.5	0.7	134.0 D E F
37	LP3a X CLYN-235	49.0	0.0	36.5 A B C	30	LP3a X CML-347	51.0	1.4	91.5 A B C D E F	74	CLYN-560 X L.I.4	52.5	0.7	134.0 D E F
57	CML-437 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	49.0	0.0	36.5 A B C	59	CLYN-2235 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	51.0	1.4	91.5 A B C D E F	80	T5 TRUENO	52.5	0.7	134.0 D E F
3	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-437	49.0	1.4	38.5 A B C	69	CML-437 X L.I.4	51.0	1.4	91.5 A B C D E F	22	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-235	53.0	1.4	140.3 D E F
6	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-201	49.5	0.7	49.5 A B C D	14	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-585	51.5	0.7	105.0 B C D E F	76	T1 PROMISORIO EETP	53.0	1.4	140.3 D E F
21	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-201	49.5	0.7	49.5 A B C D	16	G1.2. 18-2-1-1 X CML-362	51.5	0.7	105.0 B C D E F	45	CML-347 X POB.3F4. 27-1-1-1	53.0	0.0	147.5 E F
43	LP3a X CLYN-560	49.5	0.7	49.5 A B C D	31	LP3a X CML-362	51.5	0.7	105.0 B C D E F	72	CLYN-485 X L.I.4	53.0	0.0	147.5 E F
47	CML-3428 X POB.3F4. 27-1-1-1	49.5	0.7	49.5 A B C D	52	CLYN-558X POB3.F4. 27-1-1-1	51.5	0.7	105.0 B C D E F	73	CLYN-558 X L.I.4	53.0	0.0	147.5 E F
70	CML-473 X L.I.4	49.5	0.7	49.5 A B C D	53	CLYN-560 X POB3.F4. 27-1-1-1	51.5	0.7	105.0 B C D E F	75	CLYN-585 X L.I.4	53.0	0.0	147.5 E F
77	T2 INIAP 601	49.5	0.7	49.5 A B C D	54	CLYN-585 X POB3.F4. 27-1-1-1	51.5	0.7	105.0 B C D E F	66	CML-347 X L.I.4	54.0	0.0	160.0 F

Media= ȳ, SD= Desviación Estándar, R= Rangos

**Tabla 20. Análisis estadístico no paramétrico (Kruskal Wallis) de la Floración femenina del estudio de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Lattice simple 9x9. EEP 2020.**

Variable Floración femenina (días). Kruskal Wallis. H 133.52 P <0,0001

#	Genealogía	ȳ	SD	R	#	Genealogía	ȳ	SD	R	#	Genealogía	ȳ	SD	R			
34	LP3a X CML-473	47.0	0.0	3.0	A	27	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-558	51.0	0.0	61.0	A B C D E F G	65	CLYN-585 X PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H
49	CML-473 X POB.3F4. 27-1-1-1	47.5	0.7	4.5	A	56	CML-428 X PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1	51.0	0.0	61.0	A B C D E F G	81	T6 ADV 9139	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H
39	LP3a X CLYN-352	48.5	0.7	12.3	A B	63	CLYN-558 X PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1	51.0	0.0	61.0	A B C D E F G	20	G1.2. 18-2-1-1 X CML-496	52.0	1.4	101.0	B C D E F G H
19	G1.2. 18-2-1-1 X CML-473	49.0	0.0	18.5	A B C	2	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CML-428	51.0	1.4	69.5	A B C D E F G H	29	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-585	52.5	2.1	110.0	C D E F G H
32	LP3a X CML-428	49.0	0.0	18.5	A B C	8	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-300	51.0	1.4	69.5	A B C D E F G H	11	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-485	52.5	0.7	120.5	D E F G H
33	LP3a X CML-437	49.0	0.0	18.5	A B C	38	LP3a X CLYN-300	51.0	1.4	69.5	A B C D E F G H	15	G1.2. 18-2-1-1 X CML-347	52.5	0.7	120.5	D E F G H
48	CML-437 X POB.3F4. 27-1-1-1	49.0	0.0	18.5	A B C	9	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-352	51.5	0.7	80.5	A B C D E F G H	16	G1.2. 18-2-1-1 X CML-362	52.5	0.7	120.5	D E F G H
58	CML-473 X PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1	49.0	0.0	18.5	A B C	12	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-558	51.5	0.7	80.5	A B C D E F G H	31	LP3a X CML-362	52.5	0.7	120.5	D E F G H
70	CML-473 X L.I.4	49.0	0.0	18.5	A B C	14	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-585	51.5	0.7	80.5	A B C D E F G H	46	CML-362 X POB.3F4. 27-1-1-1	52.5	0.7	120.5	D E F G H
4	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CML-473	47.0	4.2	20.0	A B C	26	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-485	51.5	0.7	80.5	A B C D E F G H	55	CML-347 X PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1	52.5	0.7	120.5	D E F G H
17	G1.2. 18-2-1-1 X CML-428	49.5	0.7	28.8	A B C D	28	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-560	51.5	0.7	80.5	A B C D E F G H	73	CLYN-558 X L.I.4	52.5	0.7	120.5	D E F G H
18	G1.2. 18-2-1-1 X CML-437	49.5	0.7	28.8	A B C D	51	CLYN-485 X POB3.F4. 27-1-1-1	51.5	0.7	80.5	A B C D E F G H	74	CLYN-560 X L.I.4	52.5	0.7	120.5	D E F G H
35	LP3a X CML-496	49.5	0.7	28.8	A B C D	52	CLYN-558X POB3.F4. 27-1-1-1	51.5	0.7	80.5	A B C D E F G H	78	T3 INIAP 603	52.5	0.7	120.5	D E F G H
36	LP3a X CLYN-201	49.5	0.7	28.8	A B C D	64	CLYN-560 X PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1	51.5	0.7	80.5	A B C D E F G H	79	T4 P 4039	52.5	0.7	120.5	D E F G H
41	LP3a X CLYN-485	49.5	0.7	28.8	A B C D	68	CML-428 X L.I.4	51.5	0.7	80.5	A B C D E F G H	80	T5 TRUENO	52.5	0.7	120.5	D E F G H
42	LP3a X CLYN-558	49.5	0.7	28.8	A B C D	69	CML-437 X L.I.4	51.5	0.7	80.5	A B C D E F G H	59	CLYN-2235 X PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1	53.0	1.4	129.5	E F G H
43	LP3a X CLYN-560	49.5	0.7	28.8	A B C D	1	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CML-362	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H	7	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-235	53.0	0.0	141.0	F G H
50	CLYN-352 X POB3.F4. 27-1-1-1	49.5	2.1	33.5	A B C D	5	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CML-496	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H	10	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-482	53.0	0.0	141.0	F G H
24	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-352	50.0	0.0	39.0	A B C D E	13	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-560	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H	25	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-482	53.0	0.0	141.0	F G H
47	CML-3428 X POB.3F4. 27-1-1-1	50.0	0.0	39.0	A B C D E	23	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-300	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H	45	CML-347 X POB.3F4. 27-1-1-1	53.0	0.0	141.0	F G H
57	CML-437 X PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1	50.0	0.0	39.0	A B C D E	30	LP3a X CML-347	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H	67	CML-362X L.I.4	53.0	0.0	141.0	F G H
37	LP3a X CLYN-235	50.5	0.7	50.0	A B C D E F	40	LP3a X CLYN-482	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H	71	CLYN-235 X L.I.4	53.0	0.0	141.0	F G H
61	CLYN-352 X PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1	50.5	0.7	50.0	A B C D E F	44	LP3a X CLYN-585	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H	72	CLYN-485 X L.I.4	53.0	0.0	141.0	F G H
3	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CML-437	50.5	2.1	59.3	A B C D E F G	53	CLYN-560 X POB3.F4. 27-1-1-1	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H	75	CLYN-585 X L.I.4	53.0	0.0	141.0	F G H
77	T2 INIAP 601	50.5	2.1	59.3	A B C D E F G	54	CLYN-585 X POB3.F4. 27-1-1-1	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H	22	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-235	53.5	0.7	150.0	G H
6	PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-201	51.0	0.0	61.0	A B C D E F G	60	CLYN-300 X PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H	66	CML-347 X L.I.4	54.0	0.0	159.0	H
21	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-201	51.0	0.0	61.0	A B C D E F G	62	CLYN-485 X PORT.PHAE0.1AS2. 4-1-1-1	52.0	0.0	100.0	B C D E F G H	76	T1 PROMISORIO EETP	54.0	0.0	159.0	H

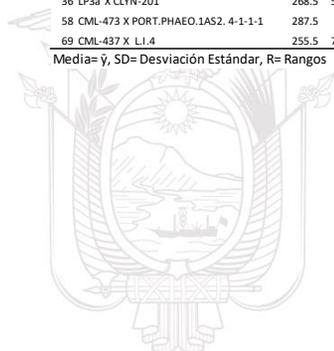
Media= ȳ, SD= Desviación Estándar, R= Rangos

**Tabla 21. Análisis estadístico no paramétrico (Kruskal Wallis) de la Altura total de planta del estudio de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Latice simple 9x9. EEP 2020.**

Variable Altura de planta (cm). Kruskal Wallis. H 136.02 P <0,0001

#	Genealogía	ȳ	SD	R	#	Genealogía	ȳ	SD	R	#	Genealogía	ȳ	SD	R			
19	G1.2. 18-2-1-1 X CML-473	247.5	3.5	7.5	A	30	LP3a X CML-347	289.0	5.7	60.0	A B C D E F G H I J K L M N O	8	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-300	302.5	3.5	106.5	B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T
43	LP3a X CLYN-560	240.5	37.5	11.0	A	35	LP3a X CML-496	287.0	14.1	60.3	A B C D E F G H I J K L M N O	48	CML-437 X POB.3F4. 27-1-1-1	305.0	14.1	108.0	C D E F G H I J K L M N O P Q R S T
27	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-558	262.5	3.5	14.8	A B	10	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-482	289.0	1.4	60.5	A B C D E F G H I J K L M N O	70	CML-473 X LI.4	303.5	6.4	109.5	D E F G H I J K L M N O P Q R S T
21	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-201	257.5	24.8	17.0	A B C	56	CML-428 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	288.0	11.3	61.5	A B C D E F G H I J K L M N O P	15	G1.2. 18-2-1-1 X CML-347	305.5	9.2	112.8	E F G H I J K L M N O P Q R S T
20	G1.2. 18-2-1-1 X CML-496	267.5	3.5	20.5	A B C D	24	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-352	289.5	9.2	64.3	A B C D E F G H I J K L M N O P Q	54	CLYN-585 X POB3.F4. 27-1-1-1	305.5	2.1	113.8	E F G H I J K L M N O P Q R S T
34	LP3a X CML-473	267.5	3.5	20.5	A B C D	18	G1.2. 18-2-1-1 X CML-437	290.5	5.0	65.0	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R	62	CLYN-485 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	306.0	1.4	116.3	F G H I J K L M N O P Q R S T
80	T5 TRUENO	270.0	0.0	23.0	A B C D E	17	G1.2. 18-2-1-1 X CML-428	291.5	2.1	66.8	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S	76	T1 PROMISORIO EETP	307.0	2.8	118.8	G H I J K L M N O P Q R S T
40	LP3a X CLYN-482	270.5	13.4	25.8	A B C D E F	63	CLYN-558 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	289.5	13.4	67.3	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S	9	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-352	308.0	2.8	121.5	H I J K L M N O P Q R S T
25	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-482	270.5	14.9	26.5	A B C D E F	38	LP3a X CLYN-300	292.0	2.8	69.0	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	75	CLYN-585 X LI.4	308.0	2.8	121.5	H I J K L M N O P Q R S T
4	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-473	272.0	11.3	26.8	A B C D E F	57	CML-437 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	292.5	3.5	71.5	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	31	LP3a X CML-362	311.5	19.1	122.0	H I J K L M N O P Q R S T
28	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-560	273.0	4.2	26.8	A B C D E F	72	CLYN-485 X LI.4	292.5	3.5	71.5	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	39	LP3a X CLYN-352	311.5	9.2	127.8	I J K L M N O P Q R S T
11	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-485	259.0	36.8	27.3	A B C D E F G	12	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-558	293.0	7.1	74.3	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	66	CML-347 X LI.4	314.0	14.1	128.8	J K L M N O P Q R S T
81	T6 ADV 9139	269.5	21.9	29.5	A B C D E F G	37	LP3a X CLYN-235	271.5	68.6	75.0	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	47	CML-3428 X POB.3F4. 27-1-1-1	313.0	8.5	132.5	K L M N O P Q R S T
41	LP3a X CLYN-485	272.5	19.1	31.8	A B C D E F G H	3	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-437	294.5	2.1	77.3	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	1	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-362	313.5	2.1	133.0	K L M N O P Q R S T
29	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-585	279.0	7.1	36.3	A B C D E F G H I	14	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-585	294.5	13.4	78.8	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	68	CML-428 X LI.4	313.0	7.1	133.0	K L M N O P Q R S T
64	CLYN-560 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	279.0	7.1	36.3	A B C D E F G H I	23	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-300	295.0	0.0	79.5	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	60	CLYN-300 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	315.0	4.2	136.3	L M N O P Q R S T
2	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-428	280.0	5.7	38.3	A B C D E F G H I J	22	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-235	296.5	10.6	83.3	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	61	CLYN-352 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	315.0	2.8	136.8	L M N O P Q R S T
13	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-560	280.0	2.8	39.0	A B C D E F G H I J	5	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-496	296.5	3.5	85.3	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	55	CML-347 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	316.0	0.0	139.5	M N O P Q R S T
33	LP3a X CML-437	277.0	18.4	39.3	A B C D E F G H I J	32	LP3a X CML-428	297.5	6.4	87.0	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	78	T3 INIAP 603	317.5	3.5	141.8	N O P Q R S T
42	LP3a X CLYN-558	280.5	6.4	40.3	A B C D E F G H I J	16	G1.2. 18-2-1-1 X CML-362	297.5	3.5	90.0	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	46	CML-362 X POB.3F4. 27-1-1-1	319.0	8.5	142.8	N O P Q R S T
49	CML-473 X POB.3F4. 27-1-1-1	281.0	7.1	42.0	A B C D E F G H I J K	79	T4 P 4039	298.0	2.8	92.5	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	50	CLYN-352 X POB3.F4. 27-1-1-1	320.0	7.1	144.8	O P Q R S T
26	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-485	282.5	6.4	45.3	A B C D E F G H I J K L	44	LP3a X CLYN-585	298.5	0.7	93.5	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	52	CLYN-558X POB3.F4. 27-1-1-1	320.0	8.5	145.0	O P Q R S T
74	CLYN-560 X LI.4	284.0	8.5	49.3	A B C D E F G H I J K L M	65	CLYN-585 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	300.5	10.6	96.5	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	67	CML-362X LI.4	325.0	7.1	152.8	P Q R S T
73	CLYN-558 X LI.4	280.5	23.3	51.3	A B C D E F G H I J K L M N	77	T2 INIAP 601	301.0	15.6	96.5	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	7	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-235	326.0	5.7	153.8	Q R S T
36	LP3a X CLYN-201	268.5	50.2	56.0	A B C D E F G H I J K L M N O	53	CLYN-560 X POB3.F4. 27-1-1-1	299.5	2.1	97.0	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	59	CLYN-2235 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	329.0	5.7	156.5	R S T
58	CML-473 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	287.5	9.2	58.0	A B C D E F G H I J K L M N O	51	CLYN-485 X POB3.F4. 27-1-1-1	302.0	5.7	103.8	B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	45	CML-347 X POB.3F4. 27-1-1-1	332.5	10.6	157.3	S T
69	CML-437 X LI.4	255.5	71.4	58.8	A B C D E F G H I J K L M N O	6	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-201	302.0	2.8	104.0	B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T	71	CLYN-235 X LI.4	333.5	9.2	159.3	T

Media= ȳ, SD= Desviación Estándar, R= Rangos



**Tabla 22. Análisis estadístico no paramétrico (Kruskal Wallis) de la Altura de inserción de mazorcas del estudio de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Latice simple 9x9. EEP 2020.**

Variable Altura de Inserción de Mazorca (cm). Kruskal Wallis. H 136.99 P <0,0001

#	Genealogía	ȳ	SD	R	#	Genealogía	ȳ	SD	R	#	Genealogía	ȳ	SD	R			
29	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-585	139.5	2.1	6.0	A	36	LP3a X CLYN-201	157.0	1.4	61.0	A B C D E F G H I J K L	62	CLYN-485 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	166.0	8.5	100.5	C D E F G H I J K L M N O
28	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-560	140.5	0.7	8.5	A B	48	CML-437 X POB.3F4. 27-1-1-1	156.0	19.8	62.8	A B C D E F G H I J K L M	22	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-235	166.0	1.4	100.8	C D E F G H I J K L M N O
81	T6 ADV 9139	142.5	3.5	11.8	A B C	80	T5 TRUENO	157.5	3.5	63.0	A B C D E F G H I J K L M	15	G1.2. 18-2-1-1 X CML-347	168.0	0.0	107.0	D E F G H I J K L M N O
27	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-558	143.0	5.7	13.3	A B C	73	CLYN-558 X L.I.4	157.5	5.0	65.0	A B C D E F G H I J K L M N	32	LP3a X CML-428	170.5	9.2	115.0	E F G H I J K L M N O
34	LP3a X CML-473	143.0	2.8	13.3	A B C	13	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-560	158.0	2.8	66.0	A B C D E F G H I J K L M N	6	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-201	170.5	2.1	116.8	F G H I J K L M N O
19	G1.2. 18-2-1-1 X CML-473	144.0	5.7	16.5	A B C D	50	CLYN-352 X POB3.F4. 27-1-1-1	157.5	9.2	66.3	A B C D E F G H I J K L M N	66	CML-347 X L.I.4	170.5	0.7	117.0	F G H I J K L M N O
33	LP3a X CML-437	144.5	7.8	17.8	A B C D	64	CLYN-560 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	159.0	5.7	69.8	A B C D E F G H I J K L M N O	47	CML-3428 X POB.3F4. 27-1-1-1	173.0	8.5	121.5	G H I J K L M N O
41	LP3a X CLYN-485	145.0	2.8	17.8	A B C D	44	LP3a X CLYN-585	158.5	3.5	70.0	A B C D E F G H I J K L M N O	14	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-585	172.5	3.5	122.0	H I J K L M N O
24	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-352	145.5	0.7	18.0	A B C D	52	CLYN-558X POB3.F4. 27-1-1-1	159.5	2.1	75.5	A B C D E F G H I J K L M N O	70	CML-473 X L.I.4	173.5	9.2	123.8	H I J K L M N O
38	LP3a X CLYN-300	147.0	1.4	22.8	A B C D	79	T4 P 4039	160.5	13.4	75.5	A B C D E F G H I J K L M N O	68	CML-428 X L.I.4	174.0	4.2	127.8	I J K L M N O
21	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-201	147.5	3.5	24.0	A B C D E	57	CML-437 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	161.0	8.5	76.3	A B C D E F G H I J K L M N O	56	CML-428 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	175.0	7.1	129.0	I J K L M N O
30	LP3a X CML-347	143.0	18.4	28.3	A B C D E F	16	G1.2. 18-2-1-1 X CML-362	160.0	0.0	76.5	A B C D E F G H I J K L M N O	65	CLYN-585 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	175.0	7.1	129.0	I J K L M N O
11	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-485	149.0	7.1	29.8	A B C D E F G	49	CML-473 X POB.3F4. 27-1-1-1	160.0	2.8	76.8	A B C D E F G H I J K L M N O	75	CLYN-585 X L.I.4	175.0	7.1	129.0	I J K L M N O
25	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-482	148.0	12.7	32.5	A B C D E F G H	51	CLYN-485 X POB3.F4. 27-1-1-1	160.5	5.0	78.0	A B C D E F G H I J K L M N O	69	CML-437 X L.I.4	175.5	2.1	131.0	I J K L M N O
39	LP3a X CLYN-352	150.0	4.2	32.5	A B C D E F G H	63	CLYN-558 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	162.0	12.7	81.5	A B C D E F G H I J K L M N O	9	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-352	175.5	3.5	132.0	I J K L M N O
42	LP3a X CLYN-558	150.5	3.5	34.3	A B C D E F G H	18	G1.2. 18-2-1-1 X CML-437	161.5	2.1	83.3	A B C D E F G H I J K L M N O	59	CLYN-2235 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	176.0	7.1	135.0	I J K L M N O
40	LP3a X CLYN-482	150.5	0.7	34.5	A B C D E F G H	78	T3 INIAP 603	161.5	2.1	83.3	A B C D E F G H I J K L M N O	5	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-496	178.0	9.9	137.8	J K L M N O
10	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-482	153.0	2.8	43.5	A B C D E F G H I	77	T2 INIAP 601	163.0	9.9	84.5	A B C D E F G H I J K L M N O	67	CML-362X L.I.4	180.0	7.1	142.8	K L M N O
20	G1.2. 18-2-1-1 X CML-496	154.0	5.7	49.0	A B C D E F G H I J	12	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-558	162.0	2.8	85.8	A B C D E F G H I J K L M N O	8	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-300	180.5	7.8	144.0	K L M N O
74	CLYN-560 X L.I.4	154.0	5.7	49.0	A B C D E F G H I J	31	LP3a X CML-362	164.0	15.6	86.5	A B C D E F G H I J K L M N O	1	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-362	180.0	0.0	144.5	K L M N O
4	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-473	153.5	9.2	49.5	A B C D E F G H I J	58	CML-473 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	163.0	5.7	86.5	A B C D E F G H I J K L M N O	55	CML-347 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	180.0	0.0	144.5	K L M N O
35	LP3a X CML-496	156.0	1.4	55.3	A B C D E F G H I J K	76	T1 PROMISORIO EETP	165.0	14.1	90.0	A B C D E F G H I J K L M N O	61	CLYN-352 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	180.0	2.8	145.0	K L M N O
43	LP3a X CLYN-560	155.0	8.5	56.3	A B C D E F G H I J K	53	CLYN-560 X POB3.F4. 27-1-1-1	164.0	9.9	90.8	A B C D E F G H I J K L M N O	46	CML-362 X POB.3F4. 27-1-1-1	184.0	8.5	149.5	L M N O
26	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-485	155.5	6.4	57.0	A B C D E F G H I J K	54	CLYN-585 X POB3.F4. 27-1-1-1	164.0	5.7	91.8	A B C D E F G H I J K L M N O	7	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-235	183.5	2.1	153.5	M N O
37	LP3a X CLYN-235	155.5	6.4	57.0	A B C D E F G H I J K	23	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-300	163.5	0.7	92.5	A B C D E F G H I J K L M N O	45	CML-347 X POB.3F4. 27-1-1-1	183.5	3.5	153.5	M N O
72	CLYN-485 X L.I.4	156.5	9.2	60.8	A B C D E F G H I J K L	3	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-437	166.0	12.7	95.8	A B C D E F G H I J K L M N O	60	CLYN-300 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	185.5	5.0	155.5	N O
17	G1.2. 18-2-1-1 X CML-428	157.0	1.4	61.0	A B C D E F G H I J K L	2	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-428	165.5	0.7	99.3	B C D E F G H I J K L M N O	71	CLYN-235 X L.I.4	190.0	0.0	161.0	O

Media= ȳ, SD= Desviación Estándar, R= Rangos



**Tabla 23. Análisis estadístico no paramétrico (Kruskal Wallis) del Acame de tallo del estudio de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Lattice simple 9x9. EEP 2020.**

**Variable Acame de tallo (%). Kruskal Wallis. H 20,24 P 0,3236**

#	Genealogía	$\bar{y}$	SD	R
1	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-362	0,0	0,0	74,5
3	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-437	0,0	0,0	74,5
5	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-496	0,0	0,0	74,5
6	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-201	0,0	0,0	74,5
7	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-235	0,0	0,0	74,5
8	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-300	0,0	0,0	74,5
9	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-352	0,0	0,0	74,5
11	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-485	0,0	0,0	74,5
12	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-558	0,0	0,0	74,5
13	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-560	0,0	0,0	74,5
15	G1.2. 18-2-1-1 X CML-347	0,0	0,0	74,5
16	G1.2. 18-2-1-1 X CML-362	0,0	0,0	74,5
17	G1.2. 18-2-1-1 X CML-428	0,0	0,0	74,5
18	G1.2. 18-2-1-1 X CML-437	0,0	0,0	74,5
19	G1.2. 18-2-1-1 X CML-473	0,0	0,0	74,5
20	G1.2. 18-2-1-1 X CML-496	0,0	0,0	74,5
21	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-201	0,0	0,0	74,5
22	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-235	0,0	0,0	74,5
24	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-352	0,0	0,0	74,5
25	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-482	0,0	0,0	74,5
27	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-558	0,0	0,0	74,5
28	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-560	0,0	0,0	74,5
29	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-585	0,0	0,0	74,5
30	LP3a X CML-347	0,0	0,0	74,5
31	LP3a X CML-362	0,0	0,0	74,5
32	LP3a X CML-428	0,0	0,0	74,5
33	LP3a X CML-437	0,0	0,0	74,5
34	LP3a X CML-473	0,0	0,0	74,5
35	LP3a X CML-496	0,0	0,0	74,5
36	LP3a X CLYN-201	0,0	0,0	74,5
37	LP3a X CLYN-235	0,0	0,0	74,5
38	LP3a X CLYN-300	0,0	0,0	74,5
39	LP3a X CLYN-352	0,0	0,0	74,5
40	LP3a X CLYN-482	0,0	0,0	74,5
41	LP3a X CLYN-485	0,0	0,0	74,5
42	LP3a X CLYN-558	0,0	0,0	74,5
43	LP3a X CLYN-560	0,0	0,0	74,5
44	LP3a X CLYN-585	0,0	0,0	74,5
48	CML-437 X POB.3F4. 27-1-1-1	0,0	0,0	74,5
49	CML-473 X POB.3F4. 27-1-1-1	0,0	0,0	74,5
50	CLYN-352 X POB3.F4. 27-1-1-1	0,0	0,0	74,5
51	CLYN-485 X POB3.F4. 27-1-1-1	0,0	0,0	74,5
52	CLYN-558X POB3.F4. 27-1-1-1	0,0	0,0	74,5
53	CLYN-560 X POB3.F4. 27-1-1-1	0,0	0,0	74,5
54	CLYN-585 X POB3.F4. 27-1-1-1	0,0	0,0	74,5
55	CML-347 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	0,0	0,0	74,5
57	CML-437 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	0,0	0,0	74,5
58	CML-473 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	0,0	0,0	74,5
59	CLYN-2235 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	0,0	0,0	74,5
62	CLYN-485 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	0,0	0,0	74,5
63	CLYN-558 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	0,0	0,0	74,5
64	CLYN-560 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	0,0	0,0	74,5
65	CLYN-585 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	0,0	0,0	74,5
66	CML-347 X L.I.4	0,0	0,0	74,5
67	CML-362X L.I.4	0,0	0,0	74,5
68	CML-428 X L.I.4	0,0	0,0	74,5
69	CML-437 X L.I.4	0,0	0,0	74,5
70	CML-473 X L.I.4	0,0	0,0	74,5
71	CLYN-235 X L.I.4	0,0	0,0	74,5
72	CLYN-485 X L.I.4	0,0	0,0	74,5
73	CLYN-558 X L.I.4	0,0	0,0	74,5
74	CLYN-560 X L.I.4	0,0	0,0	74,5
75	CLYN-585 X L.I.4	0,0	0,0	74,5
76	T1 PROMISORIO EETP	0,0	0,0	74,5
77	T2 INIAP 601	0,0	0,0	74,5
79	T4 P 4039	0,0	0,0	74,5
80	T5 TRUENO	0,0	0,0	74,5
81	T6 ADV 9139	0,0	0,0	74,5
2	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-428	2,1	3,0	113,5
10	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-482	2,1	3,0	113,5
14	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-585	2,1	3,0	113,5
23	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-300	2,1	3,0	113,5
26	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-485	2,1	3,0	113,5
47	CML-3428 X POB.3F4. 27-1-1-1	2,1	3,0	113,5
4	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-473	2,2	3,0	115,3
46	CML-362 X POB.3F4. 27-1-1-1	2,3	3,2	116,0
61	CLYN-352 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	2,3	3,2	116,0
78	T3 INIAP 603	2,4	3,4	116,8
60	CLYN-300 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	4,2	5,9	117,3
45	CML-347 X POB.3F4. 27-1-1-1	6,8	9,6	118,3
56	CML-428 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	7,3	4,6	155,0

Media=  $\bar{y}$ , SD= Desviación Estándar, R= Rangos



**Tabla 24. Análisis estadístico no paramétrico (Kruskal Wallis) de mazorcas podridas del estudio de 75 híbridos promisorios y seis testigos comerciales de maíz grano amarillo. Latice simple 9x9. EEP 2020.**

Variable Mazorcas podridas (%). Kruskal Wallis. H 103.44 P 0,0375

#	Genealogía	ȳ	SD	R	#	Genealogía	ȳ	SD	R	#	Genealogía	ȳ	SD	R
1	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-362	0.0	0.0	11.5 A	23	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-300	6.4	3.3	64.3 A B C D E F G H I J K L M	48	CML-437 X POB.3F4. 27-1-1-1	8.8	5.3	101.3 A B C D E F G H I J K L M
5	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-496	0.0	0.0	11.5 A	69	CML-437 X L.I.4	6.2	2.6	64.3 A B C D E F G H I J K L M	40	LP3a X CLYN-482	7.9	3.7	101.5 A B C D E F G H I J K L M
71	CLYN-235 X L.I.4	0.0	0.0	11.5 A	20	G1.2. 18-2-1-1 X CML-496	6.3	2.9	64.5 A B C D E F G H I J K L M	22	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-235	13.6	12.9	103.5 B C D E F G H I J K L M
72	CLYN-485 X L.I.4	0.0	0.0	11.5 A	67	CML-362X L.I.4	5.8	1.8	67.0 A B C D E F G H I J K L M	2	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-428	9.3	5.7	106.5 B C D E F G H I J K L M
55	CML-347 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	2.0	2.8	18.5 A B	51	CLYN-485 X POB3.F4. 27-1-1-1	6.3	2.5	69.8 A B C D E F G H I J K L M	37	LP3a X CLYN-235	10.2	6.9	110.5 C D E F G H I J K L M
75	CLYN-585 X L.I.4	2.2	3.0	24.8 A B C	68	CML-428 X L.I.4	6.3	2.5	69.8 A B C D E F G H I J K L M	9	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-352	9.1	0.6	111.0 C D E F G H I J K L M
12	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-558	2.3	3.2	30.3 A B C D	24	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-352	6.7	3.5	71.0 A B C D E F G H I J K L M	32	LP3a X CML-428	15.6	15.2	111.8 C D E F G H I J K L M
59	CLYN-2235 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	2.3	3.2	30.3 A B C D	13	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-560	5.2	0.6	72.0 A B C D E F G H I J K L M	80	T5 TRUENO	11.0	8.1	112.0 C D E F G H I J K L M
60	CLYN-300 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	2.3	3.2	30.3 A B C D	33	LP3a X CML-437	6.4	2.7	73.3 A B C D E F G H I J K L M	36	LP3a X CLYN-201	10.1	2.5	113.0 C D E F G H I J K L M
53	CLYN-560 X POB3.F4. 27-1-1-1	4.2	0.2	31.8 A B C D	66	CML-347 X L.I.4	7.0	4.2	74.5 A B C D E F G H I J K L M	70	CML-473 X L.I.4	9.5	1.1	114.0 C D E F G H I J K L M
39	LP3a X CLYN-352	2.4	3.4	36.8 A B C D E	73	CLYN-558 X L.I.4	6.8	9.6	75.3 A B C D E F G H I J K L M	28	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-560	9.3	0.3	114.8 C D E F G H I J K L M
62	CLYN-485 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	4.3	0.4	37.3 A B C D E F	16	G1.2. 18-2-1-1 X CML-362	6.6	3.0	76.0 A B C D E F G H I J K L M	76	T1 PROMISORIO EETP	13.9	11.7	119.5 D E F G H I J K L M
77	T2 INIAP 601	4.4	0.2	40.3 A B C D E F G	4	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-473	6.4	2.3	76.3 A B C D E F G H I J K L M	21	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-201	10.8	2.4	121.3 D E F G H I J K L M
54	CLYN-585 X POB3.F4. 27-1-1-1	2.5	3.5	41.0 A B C D E F G	26	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-485	8.4	11.8	79.3 A B C D E F G H I J K L M	30	LP3a X CML-347	10.8	2.4	121.3 D E F G H I J K L M
43	LP3a X CLYN-560	4.4	0.1	43.5 A B C D E F G H	65	CLYN-585 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	8.5	6.4	80.3 A B C D E F G H I J K L M	56	CML-428 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	11.4	3.2	124.8 E F G H I J K L M
46	CML-362 X POB.3F4. 27-1-1-1	2.7	3.8	44.3 A B C D E F G H	50	CLYN-352 X POB3.F4. 27-1-1-1	9.4	13.3	81.8 A B C D E F G H I J K L M	38	LP3a X CLYN-300	15.9	11.2	125.0 E F G H I J K L M
19	G1.2. 18-2-1-1 X CML-473	4.5	0.4	46.8 A B C D E F G H	44	LP3a X CLYN-585	6.7	1.9	83.8 A B C D E F G H I J K L M	41	LP3a X CLYN-485	16.1	11.0	128.5 E F G H I J K L M
74	CLYN-560 X L.I.4	4.5	0.4	46.8 A B C D E F G H	25	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-482	6.7	2.3	84.0 A B C D E F G H I J K L M	34	LP3a X CML-473	11.6	2.9	129.0 F G H I J K L M
61	CLYN-352 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	4.6	0.4	50.0 A B C D E F G H I	17	G1.2. 18-2-1-1 X CML-428	7.3	3.9	86.3 A B C D E F G H I J K L M	58	CML-473 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	14.1	7.0	132.0 G H I J K L M
64	CLYN-560 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	4.6	0.4	50.0 A B C D E F G H I	7	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-235	7.3	3.2	94.8 A B C D E F G H I J K L M	14	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-585	12.7	1.3	133.8 H I J K L M
27	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-558	4.2	5.9	54.5 A B C D E F G H I J	57	CML-437 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	7.3	3.2	94.8 A B C D E F G H I J K L M	35	LP3a X CML-496	13.5	5.6	134.3 H I J K L M
49	CML-473 X POB.3F4. 27-1-1-1	4.4	6.2	57.3 A B C D E F G H I J K	31	LP3a X CML-362	9.4	6.9	95.8 A B C D E F G H I J K L M	78	T3 INIAP 603	14.4	4.6	139.0 I J K L M
45	CML-347 X POB.3F4. 27-1-1-1	4.8	0.4	59.8 A B C D E F G H I J K L	6	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-201	7.4	2.5	96.3 A B C D E F G H I J K L M	29	G1.2. 18-2-1-1 X CLYN-585	17.1	6.5	144.0 J K L M
8	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-300	4.6	6.4	61.0 A B C D E F G H I J K L M	79	T4 P 4039	8.7	5.4	97.0 A B C D E F G H I J K L M	63	CLYN-558 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1	17.2	5.1	147.0 K L M
15	G1.2. 18-2-1-1 X CML-347	6.1	2.7	61.0 A B C D E F G H I J K L M	52	CLYN-558X POB3.F4. 27-1-1-1	7.7	2.0	97.3 A B C D E F G H I J K L M	42	LP3a X CLYN-558	17.1	0.5	148.3 K L M
11	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-485	4.8	0.0	62.0 A B C D E F G H I J K L M	47	CML-3428 X POB.3F4. 27-1-1-1	7.4	3.0	98.0 A B C D E F G H I J K L M	3	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CML-437	17.4	2.3	149.3 L M
81	T6 ADV 9139	6.0	2.4	62.0 A B C D E F G H I J K L M	18	G1.2. 18-2-1-1 X CML-437	8.6	0.8	100.5 A B C D E F G H I J K L M	10	PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1 X CLYN-482	20.3	8.5	152.0 M

Media= ȳ, SD= Desviación Estándar, R= Rangos





### **Conclusiones:**

En relación a los híbridos simples experimentales, siete combinaciones híbridas están preseleccionadas sin embargo, se necesita de la información generada en el ciclo de verano para tener claro la repuesta ambiental y productiva y poder seleccionar a los mejores en base a sus características fenotípicas, agronómicas y fitosanitarias.

### **Recomendaciones:**

Se esperaría poder evaluarlos en mayores localidades para identificar los materiales promisorios a nivel de ensayos de rendimientos, teniendo en consideración las medidas de precaución por el corona virus.

### **Actividad 1b: Época de verano (julio – diciembre)**

Durante la época seca esta investigación se realizó en la Provincia de Manabí, localidad de Lodana (Santa Ana). Al cierre de este informe el ensayo estaban en fase de ingreso y análisis de datos.

### **Actividad 1c. Evaluación de 25 híbridos de maíz de grano blanco.**

### **Metodología**

En esta fase se evaluaron 21 híbridos de maíz de grano blanco comparados con cuatro testigos comerciales, lo cual dio la oportunidad de establecerlos en un diseño de Lattice simple 5 x 5 con dos repeticiones. Cada unidad experimental constó de 1 surco de 5 m de longitud, distanciados a 0.8 m entre surcos y 0.20 m entre plantas, una planta por sitio, densidad de 62500 plantas por hectárea.

### **Resultados**

La Tabla 25, muestra las principales estadística descriptiva y la tendencia de normalidad de 15 variables procedentes de 25 materiales evaluados. Referente a la altura total de planta, el ADEVA presentó diferencias altamente significativas donde el híbrido INIAP-



543-QPM × CML-494 presentó las menores altura de planta con 253 cm mientras que el híbrido CLWN-216 X INIAP-543-QPM fue el de mayor altura total de planta con 314.5 cm. Respecto al rendimiento de grano, el ADEVA presentó diferencias altamente significativas donde el híbrido INIAP-543-QPM × CML-494 mostró los mayores rendimientos con 6.8 t ha<sup>-1</sup>, mostrándose relevante por sus rendimientos al híbrido INIAP-543-QPM X CML-404 con 6.19t ha<sup>-1</sup>; el testigo INIAP 528 con 2.78 t ha<sup>-1</sup> presentó los menores rendimientos (Tabla 26).

La prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis para las variables Floración masculina, floración femenina, altura de inserción de mazorca, acame de tallo y mazorcas podridas no determinaron significación estadística entre los tratamientos en estudios. La Floración masculina (FM) y floración femenina (FF) presentó los mejores ajustes en los rangos, en donde la Población ACROSS-8363 fue la más precoz con 49 y 50 días en su orden y el híbrido INIAP 248 SOBERANO fue el más tardío con 53 y 53.5 días de FM y FF respectivamente. La menor altura de inserción de mazorcas (AIM) se obtuvo con el híbrido CML-498 X INIAP-543-QPM con 137.5 cm con un rango de 8.25; referente al acame de tallo (AT) la mayoría de los híbridos no lo presentaron y cuatro híbridos: INIAP-543-QPM X CML-378, CML-494 X INIAP-543-QPM, CML-378 X INIAP-543-QPM y INIAP 528 presentaron valores entre 6.00 a 6.52%. El híbrido CLRCW-97 X INIAP-543-QPM no presentó mazorcas podridas (MP) y los mayores valores no sobrepasaron del 15.25% con el híbrido INIAP-543-QPM X CLRCW-97 (Tabla 27).

El análisis de componentes principales por medio del método de Ward determina seis agrupamientos (Figura 5).

El grupo 1, estaba conformado por tres híbridos caracterizados por ser tardíos con promedios de 52 a 51 días de FM y FF en su orden; de ALP y AIM bajos, no presentaban AR, eran los de mayor AT con rangos de 6 A 6.5%, la incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium* con infección mediana, *Curvularia* con infección severa, ausencia de *Cercospora*, roya y cinta roja, además presentaban porcentajes de mazorcas podridas en promedio del 7%, buena cobertura y aspecto de mazorca y rendimientos promedios entre 4.8 a 5.4 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 28).



El grupo 2, estaba conformado por seis híbridos caracterizados por ser precoces, un día más que el grupo 1 en FM, con una media de 50 a 51 días de FM y FF en su orden, de altura total de planta e inserción de mazorcas medianas, no presentaban acame de raíz ni de tallo, incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium* con infección leve, *Curvularia* con infección severa, ausencia de roya, *Cercospora* y cinta roja; tenían porcentajes de mazorcas podridas en alrededor del 10.6%, buena cobertura y aspecto de mazorca, rendimiento promedios entre 4.8 a 5.6 t ha<sup>-1</sup>.

El grupo 3, estaba conformado por tres híbridos caracterizados por ser los más tardíos con una media de 52 a 53 días de floración masculina y femenina en su orden, los de mayor altura total de planta e inserción de mazorcas, no presentaban acame de raíz y un híbrido con acame de tallo del 6%, incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium* con infección moderada, *Curvularia* con infección severa, y ausencia de *Cercospora*, roya y cinta roja, presentaban porcentajes de mazorcas podridas de alrededor del 6%, se encontraban los híbridos de menores rendimiento promedios entre 2.8 a 4.2 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 28).

El grupo 4, estaba conformado por tres híbridos con 51 a 53 días de floración masculina y femenina en su orden, eran los híbridos de altura total de planta e inserción de mazorcas medianas, no presentaban acame de raíz ni de tallo, incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium* con infección leve, *Curvularia* con infección ligera y ausencia de *Cercospora*, roya y cinta roja; presentaban los más altos porcentajes de mazorcas podridas (10.7%), se encontraban los híbridos de rendimiento promedios entre 4.4 a 6.8 t ha<sup>-1</sup> y sus rendimiento eran bajos con 3.8 a 4.5 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 28).

El grupo 5, formado por cuatro híbridos caracterizados por tener de 51 a 52 días de floración masculina y femenina en su orden, eran híbridos un poco altos en altura total de planta e inserción de mazorcas, no presentaban acame de raíz ni de tallo, incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium* y roya con infección leve, *Curvularia* con infección severa y ausencia de *Cercospora* y cinta roja; presentaban bajos porcentajes de mazorcas podridas (6%) y los rendimiento promedios ubicados entre 3.9 a 5.7 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 28).



El grupo 6, formado por seis híbridos caracterizados por tener 52 días de floración masculina y femenina, eran híbridos un poco altos en altura total de planta e inserción de mazorcas, no presentaban acame de raíz ni de tallo, incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium* con infección leve, *Curvularia* con infección severa y ausencia de roya, *Cercospora* y cinta roja; presentaban bajos porcentajes de mazorcas podridas (5.1%) y eran los híbridos más rendidores con promedios entre 4.8 a 6.8 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 25).

En términos generales algunos híbridos cumplen con los índices de selección de los híbridos estaba en 50 y 51 días de floración masculina y femenina respectivamente, la altura total de planta en 276 cm, altura de inserción de mazorcas en 143.9 cm, sin acame de raíz y de tallo, incidencia de mancha foliar por *Helminthosporium* leve, *Curvularia* moderada, con ausencia de *Cercospora*, roya y cinta roja, mazorcas podridas del 3.8%, buena cobertura de mazorca y aspecto de plantas y rendimiento de grano por encima de las 5.7 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 25).

El análisis de componentes principales contribuye con el 43% de la variabilidad y el efecto asociado de cada variable dentro de cada grupo (Figura 6), mientras que el componente principal asociando cada híbrido con las variables en estudio determina un 43% (Figura 7). Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los grupos en donde los híbridos más precoces estaban asociados al grupo 2 con 50 y 51 días de FM y FF en su orden y los más tardíos asociados al grupo 3 con 52 y 53 días de FM y FF respectivamente; la ALP/AIM define al grupo 3 como los híbridos de menor altura con 279.7/141.7 cm; los porcentajes de AT fueron bajos en todos los grupos con valores del 6% para el grupo 1 y diferente al resto; Los híbridos del grupo 6 diferían del resto en contener los menores porcentajes de MP con 5.6% y los mayores rendimientos de grano con 5.6 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 29, Figura 8).

La tabla 30, presenta los valores de Chi Cuadrado Pearson, Coef. Contingencia Cramer y Coef. Contingencia Pearson asociados a los problemas fitosanitarios, así como también la relación dentro de los grupos entre individuos y las principales manchas foliares, en donde, *Helminthosporium* (64% de los individuos presentaban infección débil y el 36% con infección ligera) y *Curvularia* (40% de los individuos presentaban infección ligera y el 60% con infección moderada) son los mayores problemas para la producción del



cultivo de maíz; el resto de manchas foliares o el complejo de cinta roja no se presentaron, excepto los pocos individuos del grupo 5 que presentaron roya con infección débil.

**Tabla 25. Estadística descriptiva y Análisis de normalidad por Shapiro-Wilks (modificado)\* de 21 híbridos promisorios y cuatro testigos comerciales de maíz de grano blancos. Latice simple 5x5. EEP 2020. (n=25).**

Variable	Media				Mín	Máx	W*	p (una cola)
	/Moda	D.E.	E.E.	CV				
FM	51.18	1.14	0.16	2.22	49.00	53.00	0.89	<0,0001
FF	51.98	0.89	0.13	1.72	50.00	54.00	0.89	<0,0001
ALP	289.08	14.90	2.11	5.15	236.00	315.00	0.95	0.2067
AIM	152.14	11.80	1.67	7.76	125.00	175.00	0.93	0.0348
AR	0.00							
AT	1.32	3.06	0.43	231.94	0.00	13.04	0.51	<0,0001
MP	7.31	4.86	0.69	66.51	0.00	20.00	0.90	0.0013
CM	2.00	0.00	0.00					
ASP	3.00	0.30	0.04					
H	2.00	0.40	0.06	18.37				
R	1.00	0.30	0.04	27.55				
Cu	3.00	0.62	0.09	18.70				
CR	1.00	0.00	0.00					
Ce	1.00	0.00	0.00					
<b>Rend</b>	<b>4.87</b>	<b>1.09</b>	<b>0.15</b>	<b>22.42</b>	<b>2.51</b>	<b>7.46</b>	<b>0.97</b>	<b>0.6009</b>

FM= Floración masculina (días), FF= Floración femenina (días), ALP= Altura de planta (cm), AIM= Altura de inserción de mazorca (cm), AR= Acame de raíz (%), AT= Acame de tallo (%), H= Helminthosporium, R= Roya, Cu= Curvularia, CR= Cinta Roja, Ce= Cercospora, CM= Cobertura de mazorca, MP= Mazorcas podridas %, ASP= Aspecto de planta, Rend= Rendimiento t/ha.

**Tabla 26. Análisis de variancia de la altura total de planta y del rendimiento de 21 híbridos promisorios y cuatro testigos comerciales de maíz de grano blanco. Látice simple 5x5. EEP 2020. (n=25).**

#	Genealogía	Alt Planta cm	Rend. (t/ha)
1	INIAP-543-QPM X CML-494	253.00 a	6.80 b
2	INIAP-543-QPM X CML-498	276.00 a b c	3.84 a b
3	INIAP-543-QPM X CML-500	297.50 b c	4.82 a b
4	INIAP-543-QPM X CML-549	295.00 a b c	5.69 a b
5	INIAP-543-QPM X CML-576	292.50 a b c	4.93 a b
6	INIAP-543-QPM X CLRCW-97	293.00 a b c	4.53 a b
7	INIAP-543-QPM X CLWN-216	302.50 b c	5.19 a b
8	INIAP-543-QPM X CLWN-499	304.00 b c	4.94 a b
9	INIAP-543-QPM X CLWN-524	287.50 a b c	5.09 a b
10	INIAP-543-QPM X CML-378	281.50 a b c	5.24 a b
11	INIAP-543-QPM XCML-404	298.00 b c	6.19 a b
12	CML-494 X INIAP-543-QPM	283.50 a b c	4.80 a b
13	CML-498 X INIAP-543-QPM	270.00 a b	4.48 a b
14	CML-500 X INIAP-543-QPM	302.50 b c	3.86 a b
15	CML-549 X INIAP-543-QPM	282.50 a b c	4.62 a b
16	CML-576 X INIAP-543-QPM	282.50 a b c	5.60 a b
17	CLRCW-97 X INIAP-543-QPM	301.50 b c	4.21 a b
18	CLWN-216 X INIAP-543-QPM	314.50 c	5.90 a b
19	CLWN-499 X INIAP-543-QPM	300.00 b c	3.60 a b
20	CML-378 X INIAP-543-QPM	283.00 a b c	5.44 a b
21	CML-404 X INIAP-543-QPM	290.00 a b c	5.08 a b
22	INIAP 543	291.50 a b c	4.30 a b
23	INIAP 528	277.50 a b c	2.78 a
24	INIAP 248 SOBERANO	291.50 a b c	5.00 a b
25	ACROSS-8363	276.00 a b c	4.80 a b

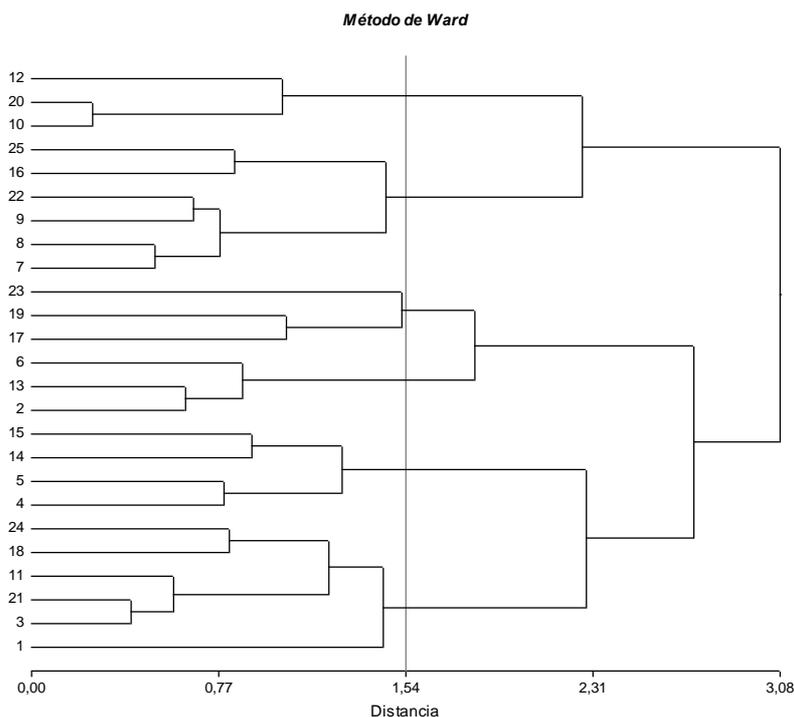
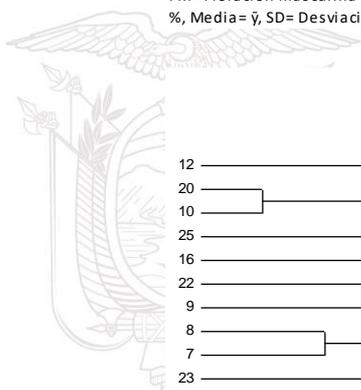


**Tabla 27. Repuesta de 21 híbridos promisorios y cuatro testigos comerciales de maíz de grano blanco a cinco variables fenotípicas mediante estadística no paramétrica de Kruskal Wallis. EEP 2020. (n=25).**



#	Genealogía	FM			FF			AIM			AT			MP		
		H 28.91 P 0.1573			H 31.84 P 0.0519			H 24.24 P 0.422			H 15.09 P 0.1543			H 25.03 P 0.3959		
		$\bar{y}$	SD	R	$\bar{y}$	SD	R	$\bar{y}$	SD	R	$\bar{y}$	SD	R	$\bar{y}$	SD	R
1	INIAP-543-QPM X CML-494	52.00	0.00	37.00	52.00	0.00	26.00	155.00	28.28	28.25	0.00	0.00	20.50	6.10	2.26	21.25
2	INIAP-543-QPM X CML-498	51.00	1.41	23.25	52.50	0.71	34.50	142.50	24.75	18.25	0.00	0.00	20.50	9.10	2.83	36.00
3	INIAP-543-QPM X CML-500	51.00	0.00	22.00	52.00	0.00	26.00	165.00	7.07	42.00	0.00	0.00	20.50	4.80	0.00	16.00
4	INIAP-543-QPM X CML-549	51.00	0.00	22.00	51.00	0.00	8.50	156.50	4.95	29.25	2.00	2.83	31.75	2.80	3.96	14.25
5	INIAP-543-QPM X CML-576	51.00	0.00	22.00	52.00	0.00	26.00	150.00	7.07	20.00	0.00	0.00	20.50	6.25	2.05	23.75
6	INIAP-543-QPM X CLRCW-97	51.00	1.41	23.25	52.50	0.71	34.50	145.00	14.14	16.50	0.00	0.00	20.50	15.25	6.72	44.75
7	INIAP-543-QPM X CLWN-216	51.00	1.41	23.25	51.50	0.71	17.25	155.00	7.07	27.50	0.00	0.00	20.50	7.65	4.03	27.75
8	INIAP-543-QPM X CLWN-499	50.00	0.00	9.50	52.00	0.00	26.00	157.50	3.54	31.00	0.00	0.00	20.50	12.50	0.00	43.50
9	INIAP-543-QPM X CLWN-524	50.00	0.00	9.50	52.00	0.00	26.00	140.00	7.07	10.00	2.00	2.83	31.75	11.55	10.25	28.50
10	INIAP-543-QPM X CML-378	51.50	0.71	29.50	51.50	0.71	17.25	160.00	7.07	36.00	6.52	9.22	35.25	5.00	7.07	20.00
11	INIAP-543-QPM XCML-404	51.00	1.41	23.25	51.50	0.71	17.25	156.00	8.49	31.00	0.00	0.00	20.50	4.35	0.21	9.00
12	CML-494 X INIAP-543-QPM	51.00	0.00	22.00	51.00	0.00	8.50	155.00	21.21	29.00	6.00	2.83	45.25	11.90	3.39	40.00
13	CML-498 X INIAP-543-QPM	51.50	0.71	29.50	52.50	0.71	34.50	137.50	10.61	8.25	0.00	0.00	20.50	7.65	4.03	27.75
14	CML-500 X INIAP-543-QPM	52.00	0.00	37.00	53.00	0.00	43.00	160.00	0.00	35.50	0.00	0.00	20.50	9.80	6.36	34.25
15	CML-549 X INIAP-543-QPM	51.50	0.71	29.50	52.50	0.71	34.50	140.00	7.07	10.00	0.00	0.00	20.50	5.25	7.42	21.50
16	CML-576 X INIAP-543-QPM	50.00	1.41	12.25	51.50	0.71	17.25	155.00	0.00	26.50	2.00	2.83	31.75	4.75	0.35	15.75
17	CLRCW-97 X INIAP-543-QPM	52.00	1.41	34.75	53.00	1.41	37.75	155.00	7.07	27.50	0.00	0.00	20.50	0.00	0.00	3.50
18	CLWN-216 X INIAP-543-QPM	52.00	0.00	37.00	52.00	0.00	26.00	161.00	1.41	39.00	0.00	0.00	20.50	4.80	0.71	15.50
19	CLWN-499 X INIAP-543-QPM	52.50	0.71	42.25	53.00	0.00	43.00	145.00	21.21	19.25	0.00	0.00	20.50	7.80	3.11	30.75
20	CML-378 X INIAP-543-QPM	52.00	1.41	34.75	51.50	0.71	17.25	154.00	8.49	26.25	6.50	2.12	46.75	4.75	6.72	18.75
21	CML-404 X INIAP-543-QPM	51.50	0.71	29.50	52.50	0.71	34.50	156.00	5.66	28.75	0.00	0.00	20.50	5.30	0.42	22.75
22	INIAP 543	49.50	0.71	6.00	51.00	0.00	8.50	155.00	14.14	29.50	2.00	2.83	31.75	11.80	9.90	32.25
23	INIAP 528	51.50	2.12	28.50	52.00	1.41	25.75	140.00	14.14	11.25	6.00	8.49	34.75	10.30	5.66	37.25
24	INIAP 248 SOBERANO	53.00	0.00	47.50	53.50	0.71	46.25	165.00	0.00	45.50	0.00	0.00	20.50	5.35	0.78	21.50
25	ACROSS-8363	49.00	0.00	2.50	50.00	0.00	1.50	142.50	3.54	11.50	0.00	0.00	20.50	7.90	2.26	31.25

FM= Floración masculina (días), FF= Floración femenina (días), AIM= Altura de inserción de mazorca (cm), AT= Acame de tallo (%), MP= Mazorcas podridas  
 %, Media=  $\bar{y}$ , SD= Desviación Estándar, R= Rangos



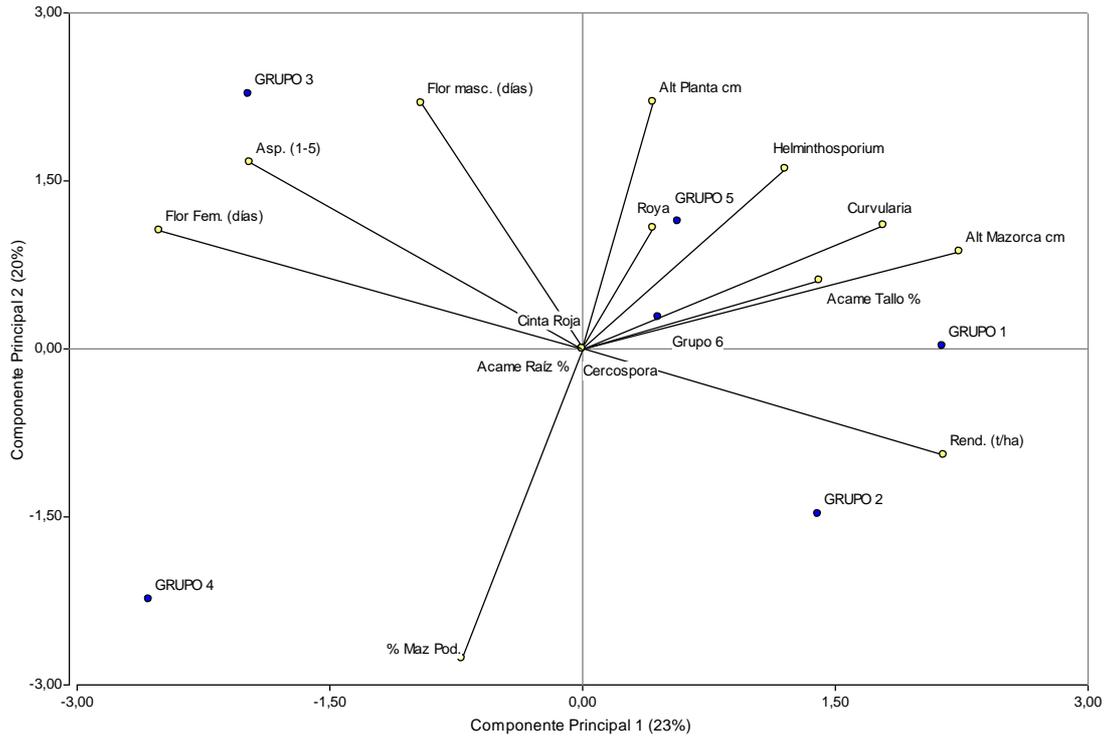
**Figura 5. Análisis de agrupamiento por el método de Ward de 21 híbridos promisorios y cuatro testigos comerciales de maíz grano blanco. Latice simple 5x5. EEP 2020.**

**Tabla 28. Repuesta de 21 híbridos promisorios y cuatro testigos comerciales de maíz de grano blanco a nivel de grupos sobre las principales variables en estudio. EEP 2020. (n=25).**

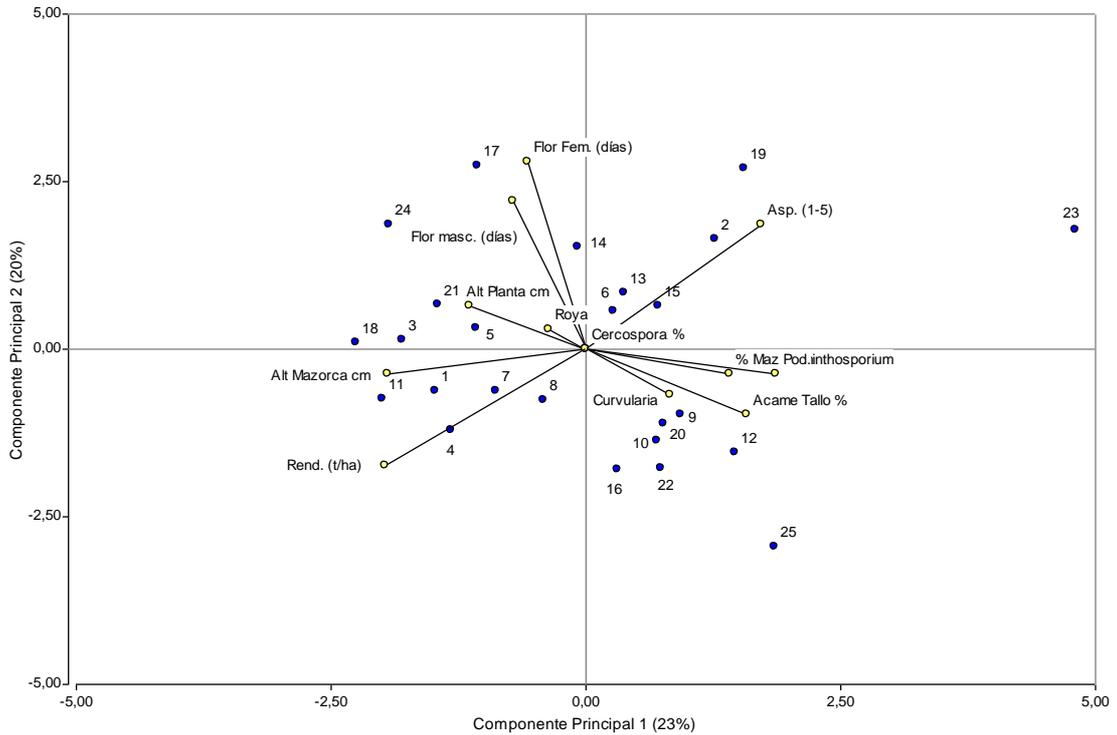
<b>G1: Híbridos</b>	<b>FM</b>	<b>FF</b>	<b>ALP</b>	<b>AIM</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>	<b>H</b>	<b>R</b>	<b>Cu</b>	<b>CR</b>	<b>Ce</b>	<b>MP</b>	<b>CM</b>	<b>ASP</b>	<b>Rend</b>
12	51	51	283.5	155.0	0.0	6.0	3	1	3	1	1	11.9	2	3	4.8
20	52	52	283.0	154.0	0.0	6.5	3	1	4	1	1	4.8	2	3	5.4
10	52	52	281.5	160.0	0.0	6.5	3	1	4	1	1	5.0	2	3	5.2
Media/Moda	52	51	282.7	156.3	0.0	6.3	3	1	4	1	1	7.2	2	3	5.2
DE	0.5	0.3	1.0	3.2	0.0	0.3	0	0	1	0	0	4.1	0	0	0.3
IS	51	51	281.6	153.1	0.0	6.0	3	1	3	1	1	3.2	2	3	5.5
<b>G2: Híbridos</b>	<b>FM</b>	<b>FF</b>	<b>ALP</b>	<b>AIM</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>	<b>H</b>	<b>R</b>	<b>Cu</b>	<b>CR</b>	<b>Ce</b>	<b>MP</b>	<b>CM</b>	<b>ASP</b>	<b>Rend</b>
25	49	50	276.0	142.5	0.0	0.0	3	1	4	1	1	7.9	2	3	4.8
16	50	52	282.5	155.0	0.0	2.0	3	1	4	1	1	4.8	2	3	5.6
22	50	51	291.5	155.0	0.0	2.0	2	1	4	1	1	11.8	2	3	4.3
9	50	52	287.5	140.0	0.0	2.0	2	1	4	1	1	11.6	2	3	5.1
8	50	52	304.0	157.5	0.0	0.0	2	1	4	1	1	12.5	2	3	4.9
7	51	52	302.5	155.0	0.0	0.0	2	1	4	1	1	7.7	2	3	5.2
Media/Moda	50	51	290.7	150.8	0.0	1.0	2	1	4	1	1	10.6	2	3	5.1
DE	0.7	0.8	11.0	7.5	0.0	1.1	0	0	0	0	0	2.6	2	0	0.1
IS	49	51	279.6	143.3	0.0	-0.1	2	1	3	1	1	8.0	2	3	5.2
<b>G3: Híbridos</b>	<b>FM</b>	<b>FF</b>	<b>ALP</b>	<b>AIM</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>	<b>H</b>	<b>R</b>	<b>Cu</b>	<b>CR</b>	<b>Ce</b>	<b>MP</b>	<b>CM</b>	<b>ASP</b>	<b>Rend</b>
23	52	52	277.5	140	0	6	3	1	4	1	1	10.3	2	4	2.8
19	53	53	300.0	145.0	0	0	3	1	4	1	1	7.8	2	4	3.6
17	52	53	301.5	155	0	0	2	1	3	1	1	0.0	2	4	4.2
Media/Moda	52	53	293.0	146.7	0.0	2.0	3	1	4	1	1	6.0	2	4	3.5
DE	0.5	0.6	13.4	7.6	0.0	3.5	0	0	1	0	0	5.4	2	0	0.7
IS	52	52	279.6	139.0	0.0	-1.5	2	1	3	1	1	0.7	2	3	4.2
<b>G4: Híbridos</b>	<b>FM</b>	<b>FF</b>	<b>ALP</b>	<b>AIM</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>	<b>H</b>	<b>R</b>	<b>Cu</b>	<b>CR</b>	<b>Ce</b>	<b>MP</b>	<b>CM</b>	<b>ASP</b>	<b>Rend</b>
6	51	53	293.0	145.0	0	0	2	1	3	1	1	15.3	2	3	4.5
13	52	53	270.0	137.5	0	0	2	1	3	1	1	7.7	2	3	4.5
2	51	53	276.0	142.5	0	0	2	1	3	1	1	9.1	2	4	3.8
Media/Moda	51	53	279.7	141.7	0	0	2	1	3	1	1	10.7	2	3	4.3
DE	0	0	11.9	3.8	0	0	0	0	0	0	0	4.0	2	0	0.4
IS	51	53	267.7	137.8	0	0	2	1	2	1	1	6.6	2	3	4.7
<b>G5: Híbridos</b>	<b>FM</b>	<b>FF</b>	<b>ALP</b>	<b>AIM</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>	<b>H</b>	<b>R</b>	<b>Cu</b>	<b>CR</b>	<b>Ce</b>	<b>MP</b>	<b>CM</b>	<b>ASP</b>	<b>Rend</b>
15	52	53	282.5	140.0	0	0	3	2	4	1	1	5.3	2	3	4.6
14	52	53	302.5	160.0	0	0	3	2	4	1	1	9.8	2	3	3.9
5	51	52	292.5	150.0	0	0	2	2	3	1	1	6.3	2	3	4.9
4	51	51	295.0	156.5	0	2	2	2	4	1	1	2.8	2	3	5.7
Media/Moda	51	52	293.1	151.6	0	1	2	2	4	1	1	6.0	2	3	4.8
DE	0	1	8.3	8.8	0	1	0	0	0	0	0	2.9	2	0	0.8
IS	51	51	284.9	142.8	0	-1	2	1	3	1	1	3.1	2	3	5.5
<b>G6: Híbridos</b>	<b>FM</b>	<b>FF</b>	<b>ALP</b>	<b>AIM</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>	<b>H</b>	<b>R</b>	<b>Cu</b>	<b>CR</b>	<b>Ce</b>	<b>MP</b>	<b>CM</b>	<b>ASP</b>	<b>Rend</b>
24	53	54	291.5	165.0	0	0	2	1	4	1	1	5.4	2	3	5.0
18	52	52	314.5	161.0	0	0	2	1	4	1	1	4.8	2	3	5.9
11	51	52	298.0	156.0	0	0	2	1	3	1	1	4.4	2	3	6.2
21	52	53	290.0	156.0	0	0	2	1	3	1	1	5.3	2	3	5.1
3	51	52	297.5	165.0	0	0	2	1	3	1	1	4.8	2	3	4.8
1	52	52	253.0	155.0	0	0	2	1	3	1	1	6.1	2	3	6.8
Media/Moda	52	52	290.8	159.7	0	0	2	1	3	1	1	5.1	2	3	5.6
DE	1	1	20.4	4.6	0	0	1	1	1	0	0	0.6	2	1	0.8
IS	51	52	270.3	155.0	0	0	1	0	2	1	1	4.5	2	2	6.4
Promedio General	<b>FM</b>	<b>FF</b>	<b>ALP</b>	<b>AIM</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>	<b>H</b>	<b>R</b>	<b>Cu</b>	<b>CR</b>	<b>Ce</b>	<b>MP</b>	<b>CM</b>	<b>ASP</b>	<b>Rend</b>
Media/Moda	51	52	289.1	152.1	0	1	2	1	4	1	1	7.3	2	3	4.9
DE	1	1	13.0	8.2	0	2	0	0	0	0	0	3.5	2	0	0.9
IS	50	51	276.0	143.9	0	-1	2	1	3	1	1	3.8	2	3	5.7

FM= Floración masculina (días), FF= Floración femenina (días), ALP= Altura de planta (cm), AIM= Altura de inserción de mazorca (cm), AR= Acame de raíz (%), AT= Acame de tallo (%), H= Helminthosporium, R= Roya, Cu= Curvularia, CR= Cinta Roja, Ce= Cercospora, CM= Cobertura de mazorca, MP= Mazorcas podridas %, ASP= Aspecto de la planta, Rend= Rendimiento t/ha, DE= Desviación estandar, IS= Índice de selección





**Figura 6. Análisis de componentes principales de las principales variables entre grupos del estudio de 21 híbridos promisorios y cuatro testigos comerciales de maíz de grano blanco. Lattice simple 5x5. EEP 2020.**

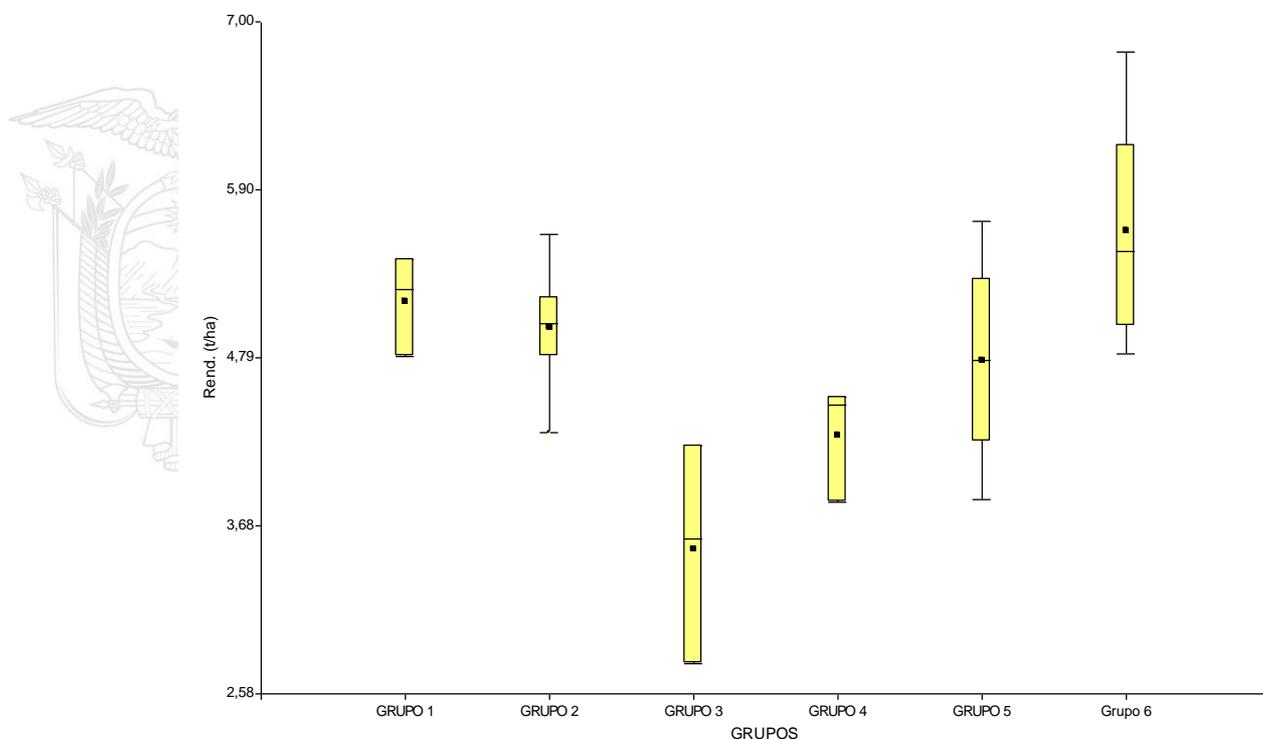


**Figura 7. Análisis de componentes principales de las principales variables en el estudio de 21 híbridos promisorios y cuatro testigos comerciales de maíz de grano blanco. Lattice simple 5x5. EEP 2020.**

**Tabla 29. Repuesta estadística entre grupos genéticos asociadas a las variables del estudio de 21 híbridos promisorios y cuatro testigos comerciales de maíz de grano blanco. Lattice simple 5x5. EEP 2020.**

GRUPOS	n	FM	FF	ALP	AIM	AT	MP	Rend
1	3	52 b	51 a	282.7 a	156.3 b c	6 b	7.2 a b	5.2 b c
2	6	50 a	51 a	290.7 a	150.8 a b c	1 a	9.4 a b	5.0 b c
3	3	52 b	53 b	293.0 a	146.7 a b	2 a	6.0 a b	3.5 a
4	3	51 b	53 b	279.7 a	141.7 a	0 a	10.7 b	4.3 a b
5	4	51 b	52 a b	293.1 a	151.6 a b c	1 a	6.0 a b	4.8 b c
6	6	52 b	52 a b	290.8 a	159.7 c	0 a	5.1 a	5.6 c
Promedio		51	52	288.3	151.1	2	7.4	4.7
CV (%)		1.2	1.3	4.7	4.2	100.0	44.1	12.7

FM= Floración masculina (días), FF= Floración femenina (días), ALP= Altura de planta (cm), AIM= Altura de inserción de mazorca (cm), AR= Acame de raíz (%), AT= Acame de tallo (%), H= Helminthosporium, R= Roya, Cu= Curvularia, CR= Cinta Roja, Ce= Cercospora, CM= Cobertura de mazorca, MP= Mazorcas podridas %, ASP= Aspecto de la planta, Rend= Rendimiento t/ha.



**Figura 8. Rendimientos promedios entre grupos del estudio de 21 híbridos promisorios y cuatro testigos comerciales de maíz de grano blanco. Lattice simple 5x5. EEP 2020.**



**Tabla 30. Repuesta estadística entre grupos genéticos asociadas a las variables fitosanitarias del estudio de 21 híbridos promisorios y cuatro testigos comerciales de maíz de grano blanco. Latice simple 5x5. EEP 2020.**

GRUPOS	Helminthosporium		Roya		Curvularia		Cinta roja	Cercospora
	2*	3*	1*	2*	3*	4*	1*	1*
1		100	100		33	67	100	100
2	67	33	100			100	100	100
3	33	67	100		33	67	100	100
4	100		100		100		100	100
5	50	50		100	25	75	100	100
6	100		100		67	33	100	100
Total	64	36	84	16	40	60	100	100
Chi Cuadrado Pearson	11.98		25		10.76		2.6	2.6
<i>p</i>	0.0351		0.0001		0.0563		0.7614	0.7614
Coef.Conting.Cramer	0.49		0.71		0.46		0.32	0.32
Coef.Conting.Pearson	0.57		0.71		0.55		0.31	0.31

\*1= Plantas sanas, 2= Infección débil, 3= Infección ligera, 4= Infección moderada, 5= Infección severa

### Conclusiones:

En relación a los híbridos simples experimentales, dos combinaciones híbridas están preseleccionadas sin embargo, se necesita de la información generada en el ciclo de verano para tener claro la repuesta ambiental y productiva y poder seleccionar a los mejores en base a sus características fenotípicas, agronómicas y fitosanitarias.

### Recomendaciones:

Se esperaría tener identificados los materiales promisorios a nivel de ensayos de rendimientos, teniendo en consideración las medidas de precaución por el corona virus.

### Actividad 1d: Época de verano (julio – diciembre)

Durante la época seca esta investigación se realizó en la Provincia de Manabí, localidad de Lodana (Santa Ana). Al cierre de este informe el ensayo estaba en fase de ingreso y análisis de datos.

### Referencias bibliográficas

Alarcón, D., Zambrano, E., Limongi, R., Cerón, O. (2016). INIAP H-603: Híbrido de maíz duro para Manabí y Los Ríos. INIAP. Estación Experimental Portoviejo. Programa de Maíz. Plegable 428.

Jugenheimer, R. (1959). Obtención de maíz híbrido y producción de semillas. Roma, IT, FAO.p.43-45.

Limongi, Andrade, R. Alarcón, Cobeña, D. Zambrano, E. (2019). INIAP 543-QPM NUTRICHOCLO. Variedad de maíz con alta calidad de proteína para el consumo en choclo en el Litoral ecuatoriano. EEP, INIAP. Plegable 444.

Paliwal. R.L., Granados. G, Honoor. R.L y Violic. A. (2008). El maíz en los trópicos, Mejoramiento y Producción. FAO. Roma. IT. 376 p

Panorama agroalimentario. Dirección de investigación y evaluación económica sectorial. (2015).

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61952/Panorama\\_Agroalimentario\\_Maiz\\_2015.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61952/Panorama_Agroalimentario_Maiz_2015.pdf)

### Protocolo 3: Actividad 1

#### **Influencia de dos arreglos topológicos y tres niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de la variedad sintética de maíz blanco QPM INIAP 543.**

#### **Antecedentes**

Varios autores han escrito acerca del cultivo del maíz, existiendo aun discrepancias respecto a los detalles de su origen. Considerando que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace 7 000 a 10 000 años (Paliwal *et al.*, 2001:13), acompañando a las más antiguas civilizaciones del continente americano en su desarrollo (Serratos 2012:10); y, entre las evidencias más antiguas encontradas de algunos lugares arqueológicos de México ya la describe como alimento humano.

Su importancia radica como el cultivo de ciclo corto con mayor área sembrada, el más producido y consumido en el mundo desde 1998 (Ospina 2015:9). Entre los años 2009 – 2010 sus volúmenes de producción corresponden el 90% a maíces de grano amarillo y el restante a maíces de grano blanco (FENALCE 2010:1); los cuales a partir del 2011 crecía a una tasa de 2.50%, sobrepasando a otros cultivos importantes en la seguridad alimentaria como por ejemplo el trigo (Ospina 2015:9; Sangoquiza (2011:9).

De la producción nacional de maíz, la avicultura consume el 57%, otros animales 6%, ambos principalmente para alimentos balanceados, industrias de consumo humano 4% y el restante destinado al autoconsumo y semilla (Álvarez 2018:1); para el año 2015 su productividad estuvo en el rango de 5.41 toneladas por hectáreas de maíz, ocupando alrededor del 3% del PIB (Quiroz *et al.*, 2016:8)

A nivel nacional, se estima que desde el año 2017 hasta la fecha, el 92% de las siembras correspondían al maíz amarillo, con una tasa de crecimiento del 17.23% y de 31.62% para la región Costa, donde las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas son las que contribuyen con el 79.98 % de la superficie total cosechada (INEC 2017:13).

Generalmente la producción de maíces destinados para la comercialización en mazorcas (en estado fresco o choclo) se realiza durante la época de verano, en valles irrigables del Litoral ecuatoriano (Alarcón *et al.*, 2017:58; Alarcón *et al.*, 2019:30). El INIAP, ha incursionado en esta línea de investigación de maíces duros de grano blanco tropicales ofertados para consumo en choclo (Alarcón, 2017), donde recientemente se entregó la variedad sintética de maíz NUTRI CHOCLO INIAP 543-QPM (Limongi *et al.*, 2019); sin embargo, aún falta describir su tecnología alrededor de los sistemas de siembras y nutrición, Así mismo, contribuir a la formación de talento humano de pre grado de acuerdo a los convenios establecidos para el afecto

### Justificación

La seguridad alimentaria es una condición compleja que requiere un enfoque holístico de todas las formas de malnutrición, la productividad, los ingresos de los pequeños productores de alimentos, la resiliencia de los sistemas de producción de alimentos, el uso sostenible de la biodiversidad y los recursos genéticos. En este contexto, uno de los mayores desafíos mundiales es cómo asegurar o prever que una población creciente estimada en unos 10 mil millones para el año 2050 tenga suficientes alimentos para satisfacer sus necesidades nutricionales y estimándose además que es necesario que la producción de alimentos aumente en un 50% a nivel mundial (FAO, 2017a).

El Ecuador, no escapa a esta realidad donde la problemática de la sociedad en todos los campos presenta necesidades insatisfechas y la obtención de proteína barata generalmente



procede de muchas leguminosas comestibles y del maíz duro como producto básico para la producción de aproximadamente del 50% de los alimentos balanceados que sustentan la industria de aves y porcinos.

Entre los elementos minerales esenciales, el nitrógeno (N) es el que con más frecuencia limita el rendimiento del maíz, dada su participación en múltiples reacciones bioquímicas implicadas fisiológicamente en el crecimiento y desarrollo y producción (Below 2002:3; Rodríguez *et al.* 2018:3); Esta condición ocurre porque las plantas requieren cantidades relativamente grandes de N (de 1.5 a 3.5% de peso seco de la planta) y porque la mayoría de los suelos lo presentan en baja disponibilidad para mantener los niveles deseados de producción (Below 2002:3); este es el caso de los suelos de Manabí que presentan niveles bajos de N, que asociados a un limitado régimen pluviométrico y al desconocimiento de las dosis adecuadas de fertilizantes nitrogenados, ha reducido considerablemente los rendimientos y afectaciones en los costos de producción (Alfonso *et al.* 2018:1).

Con el uso de diversos arreglos topológicos como el caso de siembra a doble hilera existe una mejor distribución de las plantas, se incrementa el área explorada por las raíces en un 44.5% en comparación con hileras simple que cubren el 14.4%. Por otra parte, Hodges y Evans (1990) estimaron un incremento en el rendimiento del 4.7% al 6,2% al reducir la distancia entre surcos de 0.76 m a 0.38 m, con ventajas para el manejo de malezas, ocupación del espacio, optimización de los recursos como agua, luz, nutrientes (González 2015:4)

### **Objetivo General.**

Generar tecnologías en sistemas topológicos y nutrición en el cultivo de maíz de grano blanco, variedad INIAP 543.

### **Objetivos específicos.**

Evaluar el efecto de dos arreglos topológicos sobre el crecimiento y rendimiento de mazorcas (choclos) y grano en la variedad de maíz blanco INIAP-543.



Determinar la dosis óptima de nitrógeno para incrementar el rendimiento de mazorcas (choclos) y grano en la variedad de maíz blanco INIAP-543

Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

### Hipótesis

Ha. Existe influencia de los arreglos topológicos y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento en fresco y seco de la variedad sintética de maíz blanco QPM INIAP 543.

Ho. No existe influencia de los arreglos topológicos y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento en fresco y seco de la variedad sintética de maíz blanco QPM INIAP 543

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Metodología

El experimento fue conducido en el Lote experimental “La Teodomira” durante el ciclo de invierno 2020.

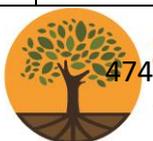
### Características del sitio experimental

#### Ubicación

<b>Ubicación</b>	<b>Localidad: EEP</b>
<b>Provincia</b>	Manabí
<b>Cantón</b>	Santa Ana
<b>Parroquia</b>	Lodana
<b>Sitio</b>	EEP: Teodomira
<b>Altitud (msnm)</b>	50
<b>Latitud</b>	1°09' 52.1'' S
<b>Longitud</b>	80°22' 532.7'' W

### Características edafo climáticas

<b>Características</b>	<b>Localidad: EEP</b>
<b>Zona climática</b>	Trópico seco
<b>Temperatura promedio</b>	26 °C
<b>Precipitación media anual</b>	580 mm



<b>Humedad relativa promedio</b>	77 %
<b>Topografía</b>	Plana
<b>Tipo de suelo</b>	Arcilloso

**Factores en estudio**

<i>Factores</i>	<i>Niveles</i>
<b>Arreglos Topológicos (AT)</b>	<b>at1</b> = 0.6 m entre plantas con 2 plantas por sitio, 52 082 plts/ha ( <b>T</b> )
	<b>At2</b> = 0.3 m entre plantas con 1 planta por sitio, 52 082 plts/ha
<b>Dosis de Nitrógeno (N)</b>	<b>n1</b> = 115 kg/ha ( <b>T</b> )
	<b>n2</b> = 150 kg/ha
	<b>n3</b> = 180 kg/ha

*T= Testigos*

**Tratamientos en estudio**

#	<b>Arreglo Topológico (AT)</b>	<b>Dosis de Nitrógeno (DN)</b>
1	s1= 0,6 m con 2 plantas por sitio.	n1= 115 kg/ha (T)
2	s1= 0,6 m con 2 plantas por sitio.	n2= 150 kg/ha
3	s1= 0,6 m con 2 plantas por sitio.	n3= 180 kg/ha
4	s2= 0,3 m con 1 planta por sitio.	n1= 115 kg/ha (T)
5	s2= 0,3 m con 1 planta por sitio.	n2= 150 kg/ha
6	s2= 0,3 m con 1 planta por sitio.	n3= 180 kg/ha

**Diseño experimental**

Diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y estructura de tratamientos con dos arreglos topológicos de siembra, tres niveles de N, dando lugar a 24 unidades experimentales.

**Análisis estadístico**

ADEVA



FV	GL
Tratamientos	5
Arreglos Topológicos, AT	1
Dosis Nitrógeno, DN	2
AT x DN	2
Repeticiones	3
Error	15
Total	23

Previo a los análisis estadísticos se realizó la prueba de distribución normal y de homogeneidad de varianzas, para determinar la utilización de estadística paramétrica y no paramétrica. Las variables con distribución normal se analizaron con DBCA y prueba de Tukey  $P 0.05$  y la prueba de Shapiro-Wilks (modificado) para variables sin distribución normal.

### Unidad experimental

Parcela de 2 surcos y 4 hileras

Longitud del surco: 5 metros

Distancia entre surcos: 1.6 m x 0.4 m

Distancia entre plantas: De acuerdo a tratamientos en estudio

Número de surcos útiles/parcela: 1 surco con 2 hileras (producción en fresco)

1 surco con 2 hileras (producción en seco)

Plantas útiles: 36 plantas en tratamientos 1, 2 y 3.

34 plantas en tratamientos 4, 5 y 6.

Plantas por sitio: 2 en tratamientos 1, 2 y 3 (0.60 m).

1 en tratamientos 4, 5 y 6 (0.30 m).

Separación entre parcela: Hileras continuas

Hileras bordes: 1

Área total del ensayo: 537.6 m<sup>2</sup>

### Variabes evaluadas:

Las variables fueron evaluadas siguiendo el protocolo de evaluación de ensayos internacionales propuesto por el CIMMYT 1985a.

**Porcentaje de germinación.**- De cada parcela útil se contaron las plantas emergidas y se lo estimó a porcentaje.

**Días a la floración masculina.** - Se contaron el número de días desde la siembra hasta la fecha que el 50% de las plantas presentaron sus anteras con liberación polen.

**Días a la floración femenina.** - Se contaron el número de días desde la siembra hasta la fecha que el 50% de las plantas presentaron estigmas de 2-3 cm de largo.

**Diámetro del tallo (cm).**- Al momento de la cosecha, se midieron 10 plantas al azar de la parcela útil, en el entrenudo debajo del nudo de inserción de la mazorca.

**Diámetro y longitud de mazorcas (cm), número de hileras, número de granos por hilera.**- Se tomaron 10 mazorcas al azar dentro de la parcela útil.

**Peso de 1000 granos (g).**- Se escogieron 1000 granos al azar de la parcela útil y se ajustaron al 13% de humedad.

**Altura de planta.** - En 10 plantas seleccionadas al azar, se midieron con una regla graduada en centímetros desde la base de la planta hasta la base de la espiga. Esta variable fue expresada en cm y se registró al momento de la cosecha.

**Altura de inserción de la mazorca.** - En las mismas 10 plantas de la variable anterior se midieron desde la base de la planta hasta la base de la mazorca principal. Esta variable fue expresada en cm y se registró al momento de la cosecha.

**Número de plantas por parcela.** - Previa a la cosecha en fresco se contaron todas las plantas de la parcela útil.

**Días a la cosecha.** – Fue determinado desde la siembra hasta el día de la cosecha, en fresco y en seco respectivamente.

**Número de choclos por parcela.** - Se contaron todos los choclos comerciales de la parcela neta.

**Aspecto de planta.** - Esta variable fue tomada cuando las brácteas se tornaron de color café y las plantas aún estén verdes y que se noten que las mazorcas se han desarrollado por completo. Se consideraron características como altura de planta y de la mazorca, la uniformidad de las plantas, el daño causado por insectos y enfermedades y el acame.

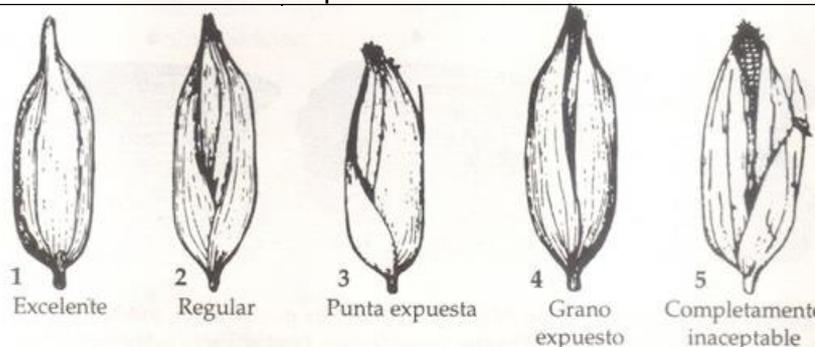
Según la siguiente escala:

1. Excelente
2. Muy bueno
3. Bueno
4. Regular
5. Deficiente

**Cobertura de mazorca.** - Se registró el número de mazorcas de cada parcela que antes de la cosecha estuvieron expuestas alguna parte de la mazorca, esta variable posteriormente se transformó a porcentaje. Esta fue evaluada cuando las mazorcas estén completamente desarrolladas y se estén secando las brácteas. La mejor época es 1 a 3 semanas antes de la cosecha y evaluada según los siguientes escalas de evaluación y descriptivas de mazorcas que están a continuación.

Escala de evaluación de cobertura de mazorcas

Escala de calificación	Cobertura por las brácteas
1. Excelente	Las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca y se extienden más allá de ella.
2. Regular	Cubren apretadamente la punta de la mazorca
3. punta expuesta	Cubren flojamente la mazorca hasta la punta
4. Grano expuesto	Las brácteas no cubre la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta
5. Completamente inaceptable	Cobertura deficiente; punta está claramente expuesta



Escala descriptiva de la cobertura de mazorcas

**Mazorcas podridas por parcela.** - En cada parcela se calificó la incidencia de pudriciones y de grano causada por *Diplodia maydis*, *Fusarium* spp, *Gibberella* spp, esta variable posteriormente fue transformada a porcentaje según la siguiente escala:

1. 0% de granos infectados
2. 10% de granos infectados
3. 20% de granos infectados

4. 30% de granos infectados
5. 40% o más de granos infectados

**Plantas acamadas de raíz.** - Esta evaluación fue realizada antes de la cosecha, en la parcela neta se registró el número de plantas con una inclinación de 30<sup>0</sup> o más a partir de la perpendicular en la base de la planta. Esta variable se expresó en porcentaje.

**Plantas acamadas de tallo.** - Se registró el número de plantas con tallos rotos debajo del punto de inserción de las mazorcas y se realizó antes de la cosecha. Esta variable fue expresada a porcentaje.

**Enfermedades foliares.** – Fueron evaluadas las principales enfermedades foliares (*Cercospora*, *Curvularia*, *Helminthosporium*, roya y mancha de asfalto, etc) según la siguiente escala:

1. Ausencia de la enfermedad
2. Infección Leve
3. Infección ligera
4. Infección severa
5. Infección muy severa

La incidencia de Phytoplasma (*Spiroplasma kunkelli* y *MBS*), fue evaluada al mismo tiempo que las enfermedades foliares, contando el número de plantas que presenten síntomas de enrojecimiento en las hojas, presencia de entrenudos cortos, achaparramiento o enanismo y proliferación de mazorcas. Esta variable se expresó en porcentaje en relación al número de plantas de la parcela.

**Incidencia de virus.** Se registró el número de plantas enfermas y esta información se transformó a porcentaje según CIMMYT (1985b), con base a la siguiente fórmula.

$$I = (n/N) \times 100, \text{ Donde:}$$

I = Incidencia (%)

n = Número de plantas enfermas

N = Número total de plantas por parcelas.

**Severidad de virus.** Para evaluar esta variable en cada una de las plantas de la parcela, se utilizó la siguiente escala arbitraria:

Grado	Síntomas
0	Planta aparentemente sana
1	Planta con presencia de rayado leve
2	Planta con presencia de moteado leve
3	Planta con presencia de rayado y moteado leve
4	Planta con presencia de rayado acentuado

- 5 Planta con presencia de moteado acentuado
- 6 Planta con presencia de rayado y moteado acentuado
- 7 Planta con enanismo/ necrosis letal.



0. Planta sana



1. Rayado leve



2. Moteado leve



3. Rayado y moteado leve



4. Rayado acentuado



5. Moteado acentuado



6. Rayado y moteado acentuado



7. Muerte o Necrosis letal



Recuadro fotográfico realizado por Mendoza A.

La fórmula para determinar severidad en virus:

**Fórmula de Townsend-Heuberger (Puntener, 1981)**

$\% S = \sum (nxv)/iN \times 100$ , Donde:

$\% I =$  Porcentaje de severidad

$n =$  número de plantas en cada categoría

$v =$  valor de la categoría

$i =$  valor de la categoría más alta

$N =$  número total de plantas evaluadas

**Rendimiento en choclos por parcela y por hectárea.** Esta variable fue expresada en número de choclos por hectárea, clasificándolos en choclos comerciales (> 15 cm), medianos (10 a 15 cm) y pequeños (< 10 cm).

**Porcentaje de desgrane y humedad.** - Del total de las mazorcas cosechadas en la parcela neta se tomaron al azar 5 mazorcas y se determinó: el peso total, el peso del grano, el desgrane y el porcentaje de humedad.

**Rendimiento en seco.** Esta variable se expresó en toneladas por hectárea de grano seco (13% de humedad). Para el efecto, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (t/ha)} = \frac{PC \times D \times MS \times 1000}{87 \times AP}$$

Dónde:

PC = Peso de campo (kg), mazorcas cosechadas por parcela.

D = Proporción de grano, expresado en decimales.

$$\text{Proporción de grano} = \frac{\text{Peso de grano (5 mazorcas)}}{\text{Peso total (5 mazorcas)}}$$

MS = Materia seca de mazorcas cosechadas (100-porcentaje de humedad del grano a la cosecha), expresado en decimales.

87 = Porcentaje de materia seca que contendrá el grano como prueba de uniformidad

AP = Área de cada parcela experimental, expresada en metros cuadrados.

### Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

**Tratamiento de la semilla:** Previo a la siembra se realizó el tratamiento de la semilla con los insecticidas Imidacloprid + Thiodicarb en dosis de 25 mL/kg de semilla, tratando que la semilla quede impregnada en su totalidad (Alarcón *et al.*, 2016).

**Preparación del suelo:** Esta labor se realizó 30 días antes de la siembra incorporando dos pases de rastras, arada y surcada de acuerdo a lo requerido.

**Siembra:** Fue realizada en forma manual usando un espeque, con las distancias entre plantas y sitios establecidos.

**Manejo de malezas:** A la siembra se aplicó el herbicida pre emergente Pendametalin (Prowl 400EC) en dosis de 3 L/ha recomendado para el combate de las principales malezas gramíneas y de hoja ancha predominantes en la zona. Para malezas emergidas se usó el herbicida sistémico Glifosato (2 L/ha). A los 30 días después de la siembra, de acuerdo a la presencia de malezas se realizó una aplicación del herbicida Nicosulfuron (Nicosam 75 WG) y posteriormente una deshierba manual.

**Manejo de insectos-plagas:** Se aplicaron las recomendaciones recibidas del Departamento de Protección Vegetal, sección Entomología. Para *Spodoptera frugiperda* antes de los 40 días después de la siembra se aplicó al cogollo de cada planta un cebo



químico preparado con 25 kg de arena tratada con 120 mL de Clorpirifos (Alarcón, *et al.*, 2016).

**Fertilización:** Se realizó la fertilización de acuerdo a los tratamientos en estudio, calculando la dosis por sitio específico.

**Cosecha en choclos:** Se realizó cuando las plantas de cada tratamiento presenten un estado óptimo de cosecha en fresco, que fue a partir de los 70 días.

**Cosecha en seco:** Se realizó cuando las plantas de cada tratamiento presentaron un estado óptimo de cosecha en seco, que fue a partir de los 120 días.

### Referencias bibliográficas

Alarcón, D., Zambrano, E., Limongi, R., Cerón, O. (2016). INIAP H-603: Híbrido de maíz duro para Manabí y Los Ríos. INIAP. Estación Experimental Portoviejo. Programa de Maíz. Plegable 428.

Alarcón, D. (2017). INIAP 528: Variedad de maíz blanco con alta calidad de proteína para consumo en choclo. INIAP - MAG. Estación Experimental Portoviejo. Programa de Maíz. Plegable 102. Cuarta reimpresión.

Alarcón, D., Zambrano, E., Limongi, R., Cerón, O. (2016). INIAP H-603 Híbrido de maíz duro para Manabí y Los Ríos. INIAP-MAG. Estación Experimental Portoviejo. Programa de Maíz EE Portoviejo. Plegable 428.

Alarcón, D., Limongi, R., Zambrano, E., Navarrete, J. (2017). Avances en la formación de una variedad de maíz tropical de grano blanco con calidad de proteína para consumo en choclo. INIAP - MAG. Estación Experimental Portoviejo. Programa de Maíz EE Portoviejo. In. Archivos académicos USFQ. Memorias de la XXIII reunión Latinoamericana del maíz. Quevedo, Ecuador. ISSN 2528-7753.

Alarcón, D., Limongi, R., Zambrano, E., Navarrete, J. (2019). Desarrollo de una variedad de maíz tropical de grano blanco con calidad de proteína para consumo en fresco. Programa de Maíz EE Portoviejo. Avances en Ciencias e Ingenierías 11 (17), 30 - 39.

Álvarez, A. (2018). Parámetros hídricos: cultivo de maíz en el Valle de Joa, Ecuador.

CIMMYT. (1985a). Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México, D.F.

CIMMYT. (1985b). Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de maíz de polinización libre. El Batán, México.

FAO. (2017). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. En línea: <http://www.who.int/nutrition/publications/foodsecurity/state-food-security-nutrition-2017-fullreport-es.pdf?ua=1>.



INEC. (2017). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC.

Limongi, Andrade, R. Alarcón, Cobeña, D. Zambrano, E. (2019). INIAP 543-QPM NUTRICHOCLO. Variedad de maíz con alta calidad de proteína para el consumo en choclo en el Litoral ecuatoriano. EEP, INIAP. Plegable 444.

Ospina R. (2015). Manual técnico de cultivo de maíz bajo buenas practicas agrícolas.

Paliwal. R.L., Granados. G, Honoor. R.L y Violic. A. (2001). El maíz en los trópicos, Mejoramiento y Producción. FAO. Roma. IT. 376 p

Puntener W. (1981). Manual para ensayos de campo en protección vegetal. CIBA GEIGY. 205 p.

Quiroz, D., Merchan, M. (2016). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro (*Zea maíz L.*). Quevedo, Ecuador.

Sangoquiza, C. (2011). Selección de cepas de *Azospirillum spp.* Como biofertilizante de *Zea mays, L.* bajo estrés salino. Cuba.

Serratos, J. (2012). El origen y a diversidad del maíz en el continente americano. México: Universidad Autónoma de México. Disponible en URL: <http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2009/3/el-origen-y-la-diversidaddel.pdf>

## Resultados

Al cierre de este informe se encuentran ingresados los datos a base de datos electrónicos y listos los principales resultados obtenidos para ser analizados, así como la redacción de los mismos.

**INFORME FINAL SOBRE EL EXAMEN TÉCNICO DHE**

1.	<b>Número de referencia de la autoridad informante</b>	L1-DHE de NUTRI CHOCLO INIAP-543 QPM
2.	<b>Autoridad solicitante</b>	Servicio Nacional de Derechos Intelectuales, SENADI, Dirección Nacional de Obtenciones Vegetales
3.	<b>Número de referencia de la autoridad solicitante</b>	
4.	<b>Referencia del obtentor</b>	<b>POBLACIÓN 8363 QPM</b>
5.	<b>Fecha de presentación de la solicitud</b>	19/11/2020
6.	<b>Solicitante (nombre y dirección)</b>	<b>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS INIAP.</b> Avenida Eloy Alfaro y Amazonas, Edif. MAG INIAP 4to. Piso. QUITO-ECUADOR
7.	<b>Agente</b>	-
8.	<b>a) Nombre botánico del taxón</b>	<i>Zea mays</i> L.
	<b>b) Código UPOV</b>	ZEAAA_MAY
9.	<b>Nombre común del taxón</b>	Maíz
10.	<b>Denominación varietal</b>	<b>NUTRI CHOCLO INIAP-543 QPM</b> Jimmy Ricardo Francisco Limongi Andrade Francisco Daniel Alarcón Cobeña Geover Peña Monserrate Eddie Zambrano Zambrano José Luis Zambrano Mendoza Marlon Caicedo Villafuerte Paúl Villavicencio Linzan Ernesto Cañarte Bermúdez Bernardo Navarrete Cedeño Alma Mendoza García Wilmer Ponce Saltos Gloria Cobeña Ruiz Benny Avellán Cedeño
11.	<b>Obtentor (es)</b>	
12.	<b>Autoridad examinadora</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP
13.	<b>Autoridad verificadora</b>	Servicio Nacional de Derechos Intelectuales –SENADI -
14.	<b>Estación y lugar de prueba</b>	Estación Experimental Portoviejo, Lote Exp. “La Teodomira”, INIAP. Sitio Lodana, cantón Santa Ana, provincia de Manabí.
15.	<b>Periodo de prueba</b>	Julio – octubre 2019
16.	<b>Fecha y lugar de emisión del documento</b>	Portoviejo, 20 de noviembre de 2019

**Actividades Permanentes**

## **Mantenimiento de la pureza genética y aumento de líneas endogámicas, obtención de semilla F1 de los híbridos promisorios y evaluación preliminar de rendimiento de líneas S6.**

Objetivo: Refrescamiento de la semilla de las líneas e híbridos, con la finalidad de contar con cantidades suficientes para las investigaciones.

### **Actividad 1**

#### **Formación de ocho híbridos simples promisorios**

Se procedió a la siembra de cinco parentales femeninos y cinco parentales masculinos cuyas combinaciones dieron lugar a la formación de los ocho híbridos simples. El proceso metodológico fue por medio de polinización manual planta a planta, teniendo en cuenta los protocolos respectivos bajo las circunstancias en las cuales se encontraban establecidas las líneas. Durante la época de lluvias se obtuvieron entre 0.2 a 0.8 kg de semilla y en la época seca se continúa aumentando los híbridos.

### **Actividad 2**

#### **Aumento de seis líneas endogámicas del Programa de Maíz.**

Durante la época de lluvias, se sembraron seis líneas bases que son utilizadas como parental femenino o masculino en la formación de nuevos híbridos definidos por su aptitud combinatoria específica o general. El sistema de aumento fue por medio de fraternales y la cantidad de semilla es aún poca y van de 0.1 a 1.5 kg por lo que en la época de verano se continuará con el aumento de las líneas.

### **Actividad 3**

Se sembraron 11 líneas CIMMYT de grano blanco que sirvieron como parental femenino o masculino en la formación de nuevos híbridos en combinación con la nueva variedad INIAP 543-QPM (como parental femenino o masculino), los cuales determinaron la



formación de 22 nuevos híbridos de grano blanco que en el siguiente ciclo nos permitirán establecerlos para determinar su potencial.

#### **Actividad 4: Programa de Maíz de la EETP**

##### **Evaluación de rendimiento del híbrido INIAP 544**

Durante la época de lluvias se estableció un ensayo para la evaluación de rendimiento del híbrido INIAP 544. Los datos fueron transferidos al Programa de Maíz de la EETP para su respectivo análisis y reporte.

#### **Actividad 5: Programa de Maíz de la EETP**

##### **Evaluación de adaptación y rendimiento de híbridos introducidos (Convenio INIAP-EETP-DUPONT).**

Durante la época de lluvias se estableció un ensayo para la evaluación de adaptación y rendimiento de híbridos introducidos (Convenio INIAP-EETP-DUPONT). Los datos fueron transferidos al Programa de Maíz de la EETP para su respectivo análisis y reporte.

## **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

### **ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**

### **NÚCLEO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO**

(NDT)

## INFORME TÉCNICO ANUAL

2020

### INFORME TÉCNICO ANUAL 2020

- 1. Departamento / Programa :** Núcleo de Desarrollo Tecnológico
- 2. Director de la Estación Experimental Portoviejo:** Ing. Eddie Zambrano
- 3. Coordinador Nacional Transferencia de Tecnología:** Ing. Jorge Pérez (Director Nacional de Transferencia de Tecnología)
- 4. Responsable del Departamento / Programa en la Estación Experimental:**  
Ing. Benny Avellán Cedeño
- 5. Equipo técnico NDT:**  
Ing. Benny Avellán Cedeño
- 6. Equipo técnico multidisciplinario:**  
Programas: Maíz, Agroenergía, Café y Cacao, Yuca y camote.  
Departamentos: Protección Vegetal (Entomología y Fitopatología), Producción, Laboratorio Bromatología
- 7. Socios estratégicos:** Ministerio de Agricultura y Ganadería, ESPAM MFL, UTM, GAD cantón Santa Ana, Gad cantón Pichincha, Gad Parroquial Quiroga
- 8. Publicaciones:**  
Cobeña, G., Avellán, B., Mendoza, A., Cañarte, E., Zambrano, E., Navarrete, B., Limongi, R. Variedad de yuca P-652 “La Rendidora”. INIAP Plegable divulgativo No. 450. Portoviejo 2020.
- 9. Participación y coordinación eventos de transferencia de tecnología y difusión**  
Eventos y visitas



Nº	FECHA	TEMA	INSTITUCIÓN / ORGANIZACIÓN RECEPTORA	EVENTO	Nº ASIS T.	LUGAR	PROGRAMA/ TÉCNICO
1	6/1/2020	Camote	MAG, Productores Salitre Guayas	Presentación stand camote evento visita Ministro	10	Salitre, Guayas	Ing. Gloria Cobeña, Ing. Eddie Zambrano, Ing. Benny Avellán
2	9/1/2020	Piñón	Estudiantes Instituto Tecnológico Superior Luis Arboleda Martínez	Capacitación procesos extracción de aceite de piñón	12	Laboratorio Bromatología EEP	Ing. Wilmer Ponce
3	14/1/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	15	Pichincha, Manabí	Varios
4	17/1/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	20	Jipijapa	Varios
5	18/1/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	30	Chone	Varios
6	20/1/2020	Cacao	Estudiantes ULEAM	Capacitación en manejo del cultivo de cacao	33	Granja La Teodomira EE Portoviejo	Ing. Geover Peña
7	21/1/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	24	Paján	Varios
8	23/1/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	20	Sucre	Varios
9	24/1/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	25	Pedernales	Varios
10	29/1/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	57	Puerto López	Varios
11	30/1/2020	Cacao	Estudiantes ULEAM	Capacitación a en fitomejoramiento de cultivos	45	Estación Experimental Portoviejo	Ing. Geover Peña
12	30/1/2020	Varios	Estudiantes UTM FIAG	Capacitación Comportamiento Termodinámico de aceites vegetales como Biocombustibles estudiantes UTM Ing. Agrícola	35	Laboratorio Bromatología EEP	Ing. Wilmer Ponce
13	6/2/2020	Forestería	Estudiantes ULEAM	Práctica reproducción acelerada de especies forestales	19	Granja La Teodomira EE Portoviejo	Ing. Ricardo Limongi
14	7/2/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	23	Jaramijó	Varios
15	7/2/2020	Cultivos ciclo corto	Estudiantes Instituto Superior Tecnológico Quinindé	Gira de capacitación cultivos maíz, camote y yuca	37	Estación Experimental Portoviejo, Granja La Teodomira	Ing. Ricardo Limongi, Ing. Gloria Cobeña, Ing. Benny Avellán
16	12/2/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	18	Canoa, San Vicente	Varios
17	12/2/2020	Cultivos ciclo corto	Estudiantes UTMACH	Gira de capacitación cultivos algodón, maíz y yuca	53	Estación Experimental Portoviejo, Granja La Teodomira	Ing. Ramón Solórzano, Ing. Rafael Sotelo (FAO), Ing. Benny Avellán



18	14/2/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	20	Los Bajos de Montecristi	Varios
19	15/2/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	23	Los Arenales, Crucita	Varios
20	18/2/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	15	Rocafuerte	Varios
21	20/2/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	21	Flavio Alfaro	Varios
22	21/2/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	89	Santa María, EL Carmen	Varios
23	27/2/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	8	24 de mayo	Varios
24	29/2/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	14	Santa Marianita, Manta	Varios
25	5/3/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	21	Junín	Varios
26	10/3/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	33	Tosagua	Varios
27	11/3/2020	Cacao	Personal de campo INIAP EEP y pasantes	Capacitación en BPA para la certificación de plantas injertadas de cacao	36	Estación Experimental Portoviejo	Ing. Geover Peña
28	11/3/2020	Varios	Productores, público en general	Presentación stand Brigadas Toda una vida	17	Calderón, Portoviejo	Varios
29	7/8/2020	Maíz	Productores ASOGAN, MAG	Charla técnica maíz INIAP 543 QPM Nutrichoclo	17	Rocafuerte	
30	7/8/2020	Cacao	MAG, GAD SANTA ANA	Charla sistemas agroforestales	10	Estación Experimental Portoviejo	Geover Peña
31	12/8/2020	Arroz	Productores Comuna Pasadero, MAG, AGROCALIDAD	Taller parcela variedades de arroz	26	Pasadero	Benny Avellán
32	17/9/2020	Bromatología y Calidad	Productores Guayacán de Tachel, Gad Pichincha, MAG	Taller utilización de biomasa para elaboración de biogás	14	Pichincha, Manabí	Wilmer Ponce
33	23/9/2020	Coco	Productores, Gad Río Chico, MAG	Taller Manejo integrado de Gualpa en el cultivo de cocotero	19	Parroquia Riochico de Portoviejo	
34	25/9/2020	Cítricos, Maíz	Productores GAD Santa Ana	Gira de observación cultivos de maíz y cítricos	10	Estación Experimental Portoviejo	Geover Peña, Benny Avellán
35	2/10/2020	Cítricos	Productores Pallatanga	Charla técnica sobre injertación y manejo de cítricos	8	Pallatanga, Cotopaxi	Benny Avellán
36	21/10/2020	Arroz	Productores GAD Santa Ana	Gira de observación cultivo de arroz	10	Charapotó	Benny Avellán
37	28/10/2020	Maíz	Productores, MAG, ESPAM	Día de campo parcela tecnologías de producción maíz consumo en fresco	10	Rocafuerte	Benny Avellán



38	10/11/2020	Maíz	Productores, MAG,ESPAM	Día de campo parcela tecnologías de producción maíz consumo en fresco	15	Bolívar	Benny Avellán
----	------------	------	------------------------	---	----	---------	---------------

**Coordinación de charlas, talleres y cursos de capacitación**

Nº	FECHA	TEMA/RUBRO	INSTITUCIÓN / ORGANIZACIÓN RECEPTORA	EVENTO	Nº ASIST.	LUGAR
1	9/1/2020	Piñón	Estudiantes Instituto Tecnológico Superior Luis Arboleda Martínez	Capacitación procesos extracción de aceite de piñón	12	Laboratorio Bromatología EEP
2	20/1/2020	Cacao	Estudiantes ULEAM	Capacitación en manejo del cultivo de cacao	33	Granja La Teodomira EE Portoviejo
3	30/1/2020	Cacao	Estudiantes ULEAM	Capacitación a en fitomejoramiento de cultivos	45	Estación Experimental Portoviejo
4	30/1/2020	Varios	Estudiantes UTM FIAG	Capacitación Comportamiento Termodinámico de aceites vegetales como Biocombustibles estudiantes UTM Ing. Agrícola	35	Laboratorio Bromatología EEP
5	6/2/2020	Forestería	Estudiantes ULEAM	Práctica reproducción acelerada de especies forestales	19	Granja La Teodomira EE Portoviejo
6	7/2/2020	Cultivos ciclo corto	Estudiantes Instituto Superior Tecnológico Quinindé	Gira de capacitación cultivos maíz, camote y yuca	37	Estación Experimental Portoviejo, Granja La Teodomira
7	12/2/2020	Cultivos ciclo corto	Estudiantes UTMACH	Gira de capacitación cultivos algodón, maíz y yuca	53	Estación Experimental Portoviejo, Granja La Teodomira
8	11/3/2020	Cacao	Personal de campo INIAP EEP y pasantes	Capacitación en BPA para la certificación de plantas injertadas de cacao	36	Estación Experimental Portoviejo
9	7/8/2020	Maíz	Productores ASOGAN, MAG	Charla técnica maíz INIAP 543 QPM Nutrichoclo	17	Rocafuerte
10	7/8/2020	Cacao	MAG, GAD SANTA ANA	Charla sistemas agroforestales	10	Estación Experimental Portoviejo
11	12/8/2020	Arroz	Productores Comuna Pasadero, MAG, AGROCALIDAD	Taller parcela variedades de arroz	26	Pasadero
12	25/8/2020	Maíz	Productores y técnicos extensionistas, MAG,ESPAM	Curso virtual "Alternativas sanitarias, genotécnicas y fisio-nutricionales para el manejo de virosis y producción en maíz duro"	150	Online



13	17/9/2020	Bromatología y Calidad	Productores Guayacán de Tachel, Gad Pichincha, MAG	Taller utilización de biomasa para elaboración de biogas	14	Pichincha, Manabí
14	23/9/2020	Coco	Productores, Gad Río Chico, MAG	Taller Manejo integrado de Gualpa en el cultivo de cocotero	19	Parroquia Riochico de Portoviejo
15	25/9/2020	Cítricos, Maíz	Productores GAD Santa Ana	Gira de observación cultivos de maíz y cítricos	10	Estación Experimental Portoviejo
16	2/10/2020	Cítricos	Productores Pallatanga	Charla técnica sobre injertación y manejo de cítricos	8	Pallatanga, Cotopaxi
17	21/10/2020	Arroz	Productores GAD Santa Ana	Gira de observación cultivo de arroz	10	Charapotó
18	2/12/2020	Plátano	Productores y técnicos extensionistas, MAG,ESPAM	Curso virtual "Manejo innovativo del cultivo de plátano (Musa sp. en el litoral ecuatoriano"	85	Online
19	10/12/2020	Cacao	Técnicos extensionistas, MAG	Charla de capacitación manejo de cultivo de cacao	16	Estación Experimental Portoviejo

**10. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:**

**11. Otras actividades**

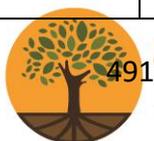
- Integrante Comité de Publicaciones de la EE Portoviejo.
- Elaboración, revisión y corrección de Protocolos de Validación de tecnologías de fertilización líquida en maíz duro bajo condiciones de secano en 5 localidades de Manabí, y Protocolo Parcelas de Multiplicación de semilla vegetativa de yuca (*Manihot sculenta* Crantz) variedad INIAP P-652 en cinco localidades de la provincia de Manabí.
- Elaboración de boletines informativos de eventos en la EEP para difusión en redes sociales e INFOINIAP.

**12. Hitos/Actividades por proyecto del programa o departamento:** (Describir los hitos o actividades que se han ejecutado en el año por el programa o departamento)

**Actividad 1. Parcelas para la difusión y liberación de una variedad promisorio de yuca (*Manihot sculenta* Crantz) para consumo en fresco y procesamiento en la provincia de Manabí**

**Matriz de actividades**

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la actividad



Parcelas para la difusión y liberación de una variedad promisorio de yuca ( <i>Manihot sculenta</i> Crantz) para consumo en fresco y procesamiento en la provincia de Manabí	Número de procesos de validación de tecnologías promisorias
<b>Responsable:</b>	Benny Avellán
<b>Colaboradores:</b>	Ing. Gloria Cobeña (Yuca- camote)

### Antecedentes

La yuca (*Manihot sculenta* Crantz) es un cultivo tradicional de pequeños y medianos agricultores del Ecuador, se produce en todas las regiones: en la costa, la amazonia, valles interandinos y estribaciones, requiere un bajo costo de inversión, se adapta a varios ecosistemas y condiciones adversas, aportando de manera significativa a la economía del productor y a la seguridad alimentaria de las familias, por su gran cantidad de usos en la alimentación humana y en la elaboración de balanceados para la producción pecuaria. Datos del SIPA MAG (2108) reportan una superficie sembrada a nivel nacional de 14.662 hectáreas, con un rendimiento promedio de 6,03 t/ha. En Manabí se reportó una superficie cosechada de 1.477 ha con un rendimiento promedio de 8.67 t/ha

El INIAP por medio del Programa de Horticultura- Yuca, durante los años 2010 al 2015 selecciono un material promisorio, el Clon CM-3306-19 que luego de pasar pruebas de observación en el campo con otros 14 genotipos resulto ser el mejor en base a características demandadas por los productores de yuca para consumo en fresco en la provincia de Manabí. (Informe Anual Técnico 2015 Programa Horticultura-Yuca). Resultados preliminares de la validación del material en tres localidades de Manabí durante los años 2018 y 2019 han determinado características de alta productividad de la nueva variedad (22,5 t/ha), buen índice de cosecha y porcentaje de materia seca (35,75%), comparada con dos tratamientos testigo, por lo que se requiere de estrategias para la difusión y posterior adopción del nuevo material de siembra por parte de los productores de las zonas yuqueras de Manabí.

### Objetivos

#### General:

- Difundir las ventajas de la nueva variedad promisorio de yuca doble propósito (Almidón y consumo en fresco) en dos localidades de la provincia de Manabí.
- Realizar reuniones participativas y Día de campo con productores para la difusión de tecnologías de manejo del cultivo de yuca y liberación de a nueva variedad.

### Metodología

El Protocolo de la parcela de difusión fue aprobado por el Comité Técnico de la EE Portoviejo mediante al Acta de Aprobación 003 con fecha 30 de enero del 2020.



### Localidades

Las parcelas de difusión se ubicaron en fincas seleccionadas de productores de yuca de las localidades Guayacán de Tachel del cantón Pichincha, y sitio Bijahual de la parroquia Calderón del cantón Portoviejo, zonas de conocida trayectoria de producción.

### Material de siembra

Variedad promisorio de yuca INIAP Portoviejo 652

### Características de las parcelas

Distancia entre hileras 1.00 m

Longitud de hileras: 25 m

Distancia entre plantas: 1.20 m

Ancho de parcela: 40 m

Área total de parcela: 1000 m<sup>2</sup>

### MANEJO DEL ENSAYO

El manejo técnico del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones del Programa de Yuca y Camote del INIAP y Departamentos de apoyo.

**Establecimiento:** Las parcelas se establecieron al inicio de la época lluviosa, mes de febrero en Pichincha y marzo en Calderón. El distanciamiento de siembra entre hileras y plantas fue de 1,2 x 1,0 m, utilizando como semilla estaquillas de 20 cm de largo aproximadamente.

**Tratamiento semilla:** Para prevenir daños por plagas del suelo y enfermedades, las estacas fueron sumergidas en una tina con la solución de Clorpirifos 2.5 mL/litro de agua más Benomyl 1.5 mL/litro de agua durante 5 minutos, dejando secar para la siembra posterior.

**Control malezas:** Para el control de malezas en pre siembra se realizó una aplicación utilizando una mezcla con los herbicidas Pendimetalin 15 mL/L, Terbutrina 5 mL/L, más Paraquat 10 mL/L, posteriormente se realizaron deshierbas manuales de acuerdo a la presencia de las malezas en las parcelas.

**Control plagas:** Para el control de insectos como *Phyllophaga* sp. se aplicó insecticida Clorpirifos en drench en dosis de 2,5 mL/L, durante a los 21 días de edad de las plantas.

**Fertilización.** La fertilización se realizó en base a análisis de suelo y demanda nutricional del cultivo. En este caso en la fertilización edáfica se realizó utilizando 3 sacos /ha del fertilizante completo Yaramila Complex; N (12%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (11%), K<sub>2</sub>O (18%), MgO (2.7%), S (8%), B (0.015%), Fe (0.2%), Mn (0.02%) y Zn (0.02%).

## Difusión de tecnología:

En la localidad Guayacán de Tachel y en coordinación con el MAG, contando con el apoyo de la UTM y el Gad cantonal de Pichincha, se desarrolló el día 13 de noviembre del 2020 el evento Día de campo para Liberación de la nueva variedad de yuca INIAP Portoviejo 652 “La Rendidora”. En esta jornada que contó con la asistencia de más de 170 personas, investigadores del INIAP expusieron las especificaciones técnicas y los principales resultados de la variedad de yuca con características de alta productividad para consumo en fresco y agroindustria, como parte de las tecnologías que el gobierno nacional a través de INIAP entrega a los agricultores del país para contribuir a la seguridad alimentaria y al desarrollo del sector agropecuario. Además, a la par se realizó la presentación de stands de la Feria gastronómica tradicional de la yuca por parte de ASOUNINPRO y de instituciones como UTM, BanEcuador, Agrocalidad y MAG y empresas participantes del evento.

## Datos de rendimiento

La evaluación de datos de rendimiento se realizará en el mes de febrero del 2020, debido al retraso en el engrose de raíces debido a la intensa sequía presentada en las localidades, afectando el crecimiento y cosecha de los tubérculos.

## Resultados

- Variedad de yuca INIAP Portoviejo 652 liberada comercialmente durante evento programado.
- Consolidación de alianzas y trabajo articulado con actores institucionales para desarrollo del rubro yuca en territorio.

## Recomendaciones

- Ejecución de actividades de multiplicación de semilla vegetativa y difusión de la nueva variedad en las diversas zonas de producción de yuca en la provincia

## Bibliografía

- Hinostroza. F; Cárdenas. F; Álvarez. H; Cobeña. G; INIAP Portoviejo 651 variedad de yuca para la producción de almidón. Portoviejo 2012. Plegable Divulgativo
- Hinostroza. F; Cárdenas. F; Álvarez. H; Cobeña. G; INIAP Portoviejo 650 una variedad de yuca para el procesamiento. Portoviejo 2012. Plegable Divulgativo.
- Hinostroza, F; Mendoza, M; Navarrete, M y Muñoz, X. “Cultivo de yuca en el Ecuador.” INIAP, Portoviejo. 2014. Boletín divulgativo N<sup>o</sup> 436.
- <https://www.sipa.agricultura.gob.ec>
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias EC). Programa de Horticultura. 2005. Informe técnico anual. Portoviejo, Manabí, EC. 60 p.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias EC). Programa de Horticultura. 2007. Informe técnico Anual. Portoviejo, Manabí, EC. 15 p.



- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, EC). 2013. Informe Anual de actividades. Programa: Horticultura-Yuca. Estación Experimental Portoviejo. 2013.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, EC). 2014. Informe Anual de actividades. Programa: Horticultura-Yuca. Estación Experimental Portoviejo. 2014.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, EC). 2015. Informe Anual de actividades. Programa: Horticultura-Yuca. Estación Experimental Portoviejo. 2015.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, EC). 2016. Informe técnico Anual del Proyecto Plan de Investigaciones para la seguridad Alimentaria. rubro-yuca Programa: Horticultura-Yuca. Estación Experimental Portoviejo. 2016.
- Nevárez A, V. Impacto de variedades de yuca INIAP – Portoviejo 650 e INIAP Portoviejo 651 en el desarrollo agroindustrial de cuatro cantones de Manabí. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Manabí. 2011.

**Actividad 2. Difusión de sistemas productivos de cultivos de seguridad alimentaria con una variedad promisorio de higerilla en dos localidades en la provincia de Manabí**

**Matriz de actividades**

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la actividad
Difusión de sistemas productivos de cultivos de seguridad alimentaria con una variedad promisorio de higerilla en dos localidades en la provincia de Manabí	Número de procesos de validación de tecnologías promisorias
<b>Responsable:</b>	Ing. Benny Avellán
<b>Colaboradores:</b>	Ing. Ramón Solórzano AGROENERGIA

**Antecedentes:**

En la provincia de Manabí los sistemas de producción de cultivos simultáneos o asociados es una práctica ancestral que permite un mejor aprovechamiento de los suelos, sembrando rubros de la seguridad alimentaria en forma simultánea con otros cultivos que permitan obtener ingresos en épocas de escasas precipitaciones. Uno de los sistemas más utilizados en las zonas secas marginales es el de higerilla con cultivos de seguridad alimentaria como maíz, maní, zapallo, frejol, entre otros; complementándose entre sí, ya que, entre otras ventajas, la cosecha de la higerilla se realiza en una época diferente del año, en relación con los demás cultivos asociados (Mejía, 2015), (Carrillo y Hinostroza, 1984); ofreciendo de tal manera ingresos en los meses considerados poco rentables y sin actividad agrícola en zonas secas con limitado acceso a riego.



La difusión de alternativas tecnológicas en sistemas productivos con cultivos alimenticios a nivel de parcelas en localidades facilita el proceso de transferencia de tecnología a productores y técnicos extensionistas en las comunidades, además de otros procesos como el aprendizaje práctico e intercambio de experiencias, que mejoran los niveles de adopción entre los agricultores. INIAP a través del Programa de Agroenergía y el Núcleo de Desarrollo Tecnológico de la Estación Experimental Portoviejo han desarrollado trabajos de Validación Multiambiente con una accesión experimental promisorio de higuierilla en varias localidades de Manabí, que ha sido evaluada participativamente con productores y empresarios, en la que se logró identificar que el asocio con maní y maíz, como los sistemas más eficientes de producción, generando mayores ingresos económicos así como también aportando a la seguridad alimentaria de las familias de las zonas de producción. En este sentido, se propone el establecimiento de nuevas Parcelas de difusión de la tecnología validada en los cantones 24 de mayo y Montecristi.

## Objetivos

### General

- Difundir la tecnología en sistemas de cultivos alimenticios con maní y maíz en asocio con una variedad promisorio de higuierilla en dos localidades de la provincia de Manabí.

### Específicos

- Dar a conocer las ventajas en el aspecto productivo, económico, social y ambiental de la implementación de sistemas productivos con la nueva variedad de higuierilla y cultivos de seguridad alimentaria.
- Realizar reuniones participativas con productores para la difusión de tecnologías de manejo del sistema productivo.

## METODOLOGÍA

El Protocolo de la parcela de difusión fue aprobado por el Comité Técnico de la EE Portoviejo mediante al Acta de Aprobación 004 con fecha 30 de enero del 2020.

### 5.1. Material de siembra

Higuierilla:

Variedad promisorio SM1

Maní:

Variedad INIAP 380

Maíz:

Híbrido INIAP H-603

### 5.2. Características de las parcelas

a. Sub parcela sistema higuierilla- maní

Distancia entre hileras de higuierilla: 5.00 m

Longitud de hileras: 30 m



Distancia entre plantas de higuera: 2.00 m  
 Ancho de parcela: 20 m  
 Distancia de siembra del maní: 0.50 x 0,25 m  
 Área sub parcela: 600 m<sup>2</sup>  
 b. Sub parcela sistema higuera- maíz  
 Distancia entre hileras de higuera: 5.00 m  
 Longitud de hileras: 30 m  
 Distancia entre plantas de higuera: 2.00 m  
 Ancho de parcela: 20 m  
 Distancia de siembra del maíz: 0.80 x 0,20 m  
 Área sub parcela: 600 m<sup>2</sup>  
 Área total de parcela: 1200 m<sup>2</sup>

### MANEJO DEL ENSAYO

Las parcelas de difusión se ubicaron en fincas seleccionadas de pequeños productores de higuera y ciclo corto en los cantones 24 de mayo (sitio San Francisco de en medio) y Montecristi (La Pila).

Establecimiento: El establecimiento del ensayo se realizó en el mes de febrero (18 feb. en 24 de mayo y 28 feb. en Montecristi) con las primeras precipitaciones en ambas localidades.

Tratamiento semilla: Se utilizó el insecticida thiodicarb + Imidacloprid en dosis de 30 mL/ Kg de semilla.

Control malezas: Para el control de malezas en pre siembra se realizó una aplicación utilizando una mezcla con los herbicidas Pendimetalin 15 mL/L, terbutrina 5 mL/L, más Glifosato 10 mL/L.

### Resultados

Las parcelas de difusión en ambas localidades se reportaron como perdidas, debido a la condición de la intensa sequía que se presentó a partir de la segunda semana de establecidos los lotes, lo cual impidió el desarrollo de los cultivos, sumado esto a la cuarentena obligatoria en el mes de marzo que no permitió establecer acciones de emergencia coordinadas con el Gad 24 de mayo como colaboradores de este trabajo y los productores locales.

### Bibliografía

1. IICA 2010, América Latina y El Caribe: Mapeo político institucional y análisis de la competencia entre producción de alimentos y bioenergía
2. Mejía N. 2015. Análisis de la asociación de la higuera (*Ricinus communis* L) con cultivos alimenticios en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí. Tesis de



- Maestría. Sistema de Postgrado Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil Ecuador p. 2-6.
- Rico P., H. R.; Tapia V., L. M.; Teniente O., A.; González A., A.; Hernández M., M.; Solís B., J. L. y Zamarripa C., A. 2011. Guía para cultivar higuierilla (*Ricinus communis* L.). Folleto técnico Núm. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Campo Experimental Valle de Apatzingán. Apatzingán, Michoacán. 43 p
  - Reyes, S., y Mendoza Zambrano, H. (1978). INIAP-401: Nueva variedad de higuierilla indehiscente, de altos rendimientos. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa de Oleaginosas. (Plegable no. 66).
  - Carrillo, R.; Hinostroza F. 1984. Sistema de cultivo maíz – higuierilla – zapallo en zonas marginales. INIAP EE Portoviejo. Boletín divulgativo No. 150.
  - Ortiz, J. 2016. Universidad Técnica del Norte. Recuperado el 2018, de [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6849/3/03%20AGN%20018%20PRES ENTACION.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6849/3/03%20AGN%20018%20PRES%20ENTACION.pdf).

**Actividad 3. Evaluación de tecnologías de nutrición para la variedad de maíz blanco para consumo en fresco INIAP 543 QPM “Nutrichoclo” en Manabí.**

**Matriz de actividades**

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la actividad
Evaluación de tecnologías de nutrición para la variedad de maíz blanco para consumo en fresco INIAP 543 QPM “Nutrichoclo” en Manabí.	Número de alternativas tecnológicas para producción generadas
<b>Responsable:</b>	Ing. Benny Avellán EEP
<b>Colaboradores:</b>	Ing. Ricardo Limongi, Ing. Alma Mendoza EEP, Ing. Galo Cedeño (ESPAM)

**Antecedentes**

El maíz (*Zea mays* L.) es el segundo cultivo más importante a nivel mundial, se pronostica que para el año 2020 superará al trigo y arroz, para posesionarse como el principal cultivo a escala mundial (Jones, 2009). En este sentido, es de vital importancia para el país en términos de seguridad alimentaria, generación de ingresos y empleo para miles de familias dependientes de este rubro agrícola (MAG, 2017). La producción de maíces blancos en estado de choclo es una alternativa social y económicamente rentable para pequeños agricultores de los valles irrigables del Litoral ecuatoriano (Alarcón et al., 2019). Sin embargo la principal problemática del cultivo es la baja productividad en relación a otros países productores como Argentina, Brasil y EE.UU. (FAO, 2019).



El inadecuado manejo del cultivo, en relación a tecnologías de riego, manejo fitosanitario y nutricional, y material genético de calidad son la principales causas del bajo rendimiento del cultivo, más aún en algunas zonas de Manabí, donde la mayor superficie se siembra en condiciones de secano y en zonas de laderas, por lo que la producción depende del régimen de lluvias, que por lo general tienen un comportamiento errático e irregular causando periodos cortos de sequía dentro de la época lluviosa, lo cual afecta la producción al no contarse con la instalación permanente de sistemas de riego y variedades tolerantes a sequía (Vera et al., 2013; Jiménez et al., 2012; Bonilla y Zingaña, 2019; Alarcón et al., 2019).

La evidencia científica sugiere que es posible incrementar la productividad del maíz mediante la implementación de tecnologías de nutrición, sin embargo, la mayoría de estudios se enfocan en la producción de maíz duro seco, por lo que es necesario evaluar y validar en finca de productores nuevas tecnologías de nutrición en maíz para consumo en fresco, más aún bajo condiciones locales de Manabí donde existe escasa información, y donde la producción de choclo generalmente se desarrolla en sistemas de agricultura familiar. En este sentido, INIAP en el mes noviembre del 2019 liberó para la zona del Litoral ecuatoriano una variedad de grano blanco para consumo en fresco INIAP 543 QPM “Nutrichoclo”, la cual por su potencial de producción y alta calidad de proteína aporta a la economía del agricultor y seguridad alimentaria de las familias. Para hacer efectivo el desarrollo de las tecnologías, la metodología de investigación participativa como herramienta de validación ha sido utilizada con éxito en varios países, donde la finalidad es hacer partícipe a los productores del proceso de investigación y la posterior selección de las tecnologías más eficaces (Gutiérrez, 2010; Albicette y Chiappe, 2012).

## OBJETIVOS

### General

- Evaluar tecnologías de nutrición para el maíz blanco de consumo en fresco INIAP 543 QPM “Nutrichoclo” en cuatro localidades de Manabí.

### Específicos

- Cuantificar la eficacia de varias tecnologías de nutrición para maíz blanco de consumo en fresco en cuatro localidades de Manabí
- Realizar una estimación económica de las tecnologías de nutrición para el maíz blanco de consumo en fresco INIAP 543 QPM “Nutrichoclo”.

## Metodología

El protocolo de validación fue aprobado por el Comité Técnico de la EE Portoviejo, evidenciado mediante el Acta 002 con fecha 20 de enero del 2020.

Es importante indicar que sólo se ejecutaron las actividades del ciclo de época lluviosa, ya que debido a la suspensión de actividades presenciales por la Pandemia impidió



coordinar acciones para la siembra y evaluación de las parcelas en época seca, actividad reprogramada para el año 2021.

### **Localización**

El ensayo se desarrolló en cuatro localidades de Manabí, identificadas como zonas productoras de choclo, las cuales se describen a continuación:

- Pichincha (Recinto Guayacán de Tachel)
- Calceta (El Limón)
- Rocafuerte (Sitio El Cardón, entrada a Danzarín)
- Santa Ana (Parroquia Lodana, Lote La Teodomira)

### **Manejo específico del experimento**

#### **Siembra**

El ensayo en la época de lluvias se estableció durante los meses de enero y febrero en las cuatro localidades con las primeras precipitaciones y se complementó con riegos puntuales en las localidades de Rocafuerte y Lodana debido a la ausencia de lluvias por la sequía presentada.

#### **Control de malezas**

- Pre-emergencia: se aplicó la mezcla de los herbicidas Terbutrina + Pendimetalin en dosis de 0.8 litros + 4 litros ha<sup>-1</sup> respectivamente. Para control de malezas al momento de la siembra, se incluyó a la mezcla anteriormente descrita 2.0 litros ha<sup>-1</sup> de paraquat.
- Post-emergencia: Para el control de malezas en post emergencia se utilizó el herbicida Paraquat 2.0 litros ha<sup>-1</sup> acompañado de deshierbas manuales durante el ciclo del cultivo.

#### **Manejo de plagas y enfermedades**

- El tratamiento de la semilla se realizó aplicando Semeprid 25mL por kilo de semilla;
- Para el control de insectos chupadores en estado temprano, a los 10 dds se aplicó Thiamethoxan 1 mL por litro de agua en drench; para gusano cogollero se utilizó el insecticida Spinetoram en dosis de 20 mL por bomba de 20 litros, complementado con una aplicación de Lambda cihalotrina de acuerdo a la evaluación de plagas en el en los cuatro lotes.

#### **Fertilización edáfica y nutrición foliar**

La fertilización se realizó en base a análisis de suelo y demanda nutricional del cultivo. En este sentido, debido a información de base de datos del Ministerio de Agricultura, AGROCALIDAD e INIAP relacionados a análisis químico de suelos de la provincia de Manabí, se conoce que la mayoría de suelos agrícolas de zonas maiceras de Manabí,

presentan bajos contenidos en N, altos en P y K, de bajos a medios en Mg y S, y bajos en Zn y B. Por lo anterior, en las tablas 3 y 4, se muestran las dosis de fertilización tanto para los tratamientos de fertilización completa y fertilización básica NPK, respectivamente. La dosis de NPK fue la misma para todos los tratamientos de fertilización, excepto para el tratamiento control.

**Tabla 1.** Plan de fertilización establecido para tratamientos de fertilización completa

Fertilizantes	Cantidad (kg ha <sup>-1</sup> )	kg ha <sup>-1</sup>					g ha <sup>-1</sup>	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S	Zn	B
MESZ	100	12	40	-	-	10	1000	250
Korn Kali	100	-	-	40	3	2	-	-
Kmag	100	-	-	22	18	22	-	-
Urea	300	138	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>600</b>	<b>150</b>	<b>40</b>	<b>62</b>	<b>21</b>	<b>34</b>	<b>1000</b>	<b>250</b>

**Tabla 2.** Plan de fertilización establecido para tratamientos de fertilización básica NPK

Fertilizantes	Cantidad (kg ha <sup>-1</sup> )	kg ha <sup>-1</sup>		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
DAP	87	16	40	-
Muriato de K	103	-	-	62
Urea	291	134	-	-
<b>Total</b>	<b>481</b>	<b>150</b>	<b>40</b>	<b>62</b>

- La urea fue aplicada en tres fracciones y proporciones, según lo recomendado por García y Espinoza para fuentes nitrogenadas (2009), donde la primera se realizó en etapa fenológica VE (emergencia) colocando el 20% del fertilizante, las dos restantes se aplicaron en las etapas V6 (hoja 6) y V10 (hoja 10) con el 40% de la urea en cada aplicación. El fertilizante fosfatado se aplicó en su totalidad a la siembra a la emergencia del cultivo (VE). El resto de fertilizantes se aplicaron en dos fracciones y proporciones, el 50% en la etapa VE y el resto en la etapa V6.
- La nutrición foliar con coctel biorregulador se realizó con micronutrientes y fitorreguladores a base un *mix* de quelatos de micronutrientes de bajo peso molecular (metalosatos) y un fitorregulador trihormonal comercial a base de citocininas (100 ppm), ácido giberélico (56 ppm) y ácido 3-indol butírico (56 ppm) en dosis de 1 L ha<sup>-1</sup>. El coctel foliar se aplicó en las etapas fenológicas V6 (hoja 6), V12 (hoja 12) y V18 (hoja 18).
- La enmienda mejoradora de suelo estuvo conformada por 50% de una enmienda silicatada y 50% de una enmienda orgánica, que se aplicó en dosis de 1 t ha<sup>-1</sup> y fue colocada en banda al momento de la emergencia del cultivo (VE).

### Material vegetal

Se utilizó la variedad de maíz blanco INIAP 543 QPM “Nutrichoclo”.

### Factores tecnológicos en estudio

Se evaluaron tres factores tecnológicos: A (Fertilización edáfica); B (Enmienda mejoradora de suelo) y C (Coctel de biorreguladores), con dos niveles para cada factor tecnológico, utilizando la metodología del Experimento +1. En las tablas 1 y 2 se detallan los factores, niveles y arreglos de tratamientos.

**Tabla 3.** Descripción de factores y niveles

Factores tecnológicos	Niveles	
	1	2
(A) Fertilización edáfica	NPK	Completa
(B) Enmienda mejoradora de suelo	Sin Enmienda	Con Enmienda
(C) Coctel biorregulador	Sin biorregulador	Con biorregulador

**Tabla 4.** Matriz de combinaciones de factores y niveles

Tratamientos	Factores (A:B:C) y niveles (1:2)		
	A	B	C
T1	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
T2	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
T3	A <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>
T4	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>
T5	Tratamiento testigo		

### Descripción de tratamientos

T<sub>1</sub> = Fertilización NPK

T<sub>2</sub> = Fertilización NPK + coctel biorregulador

T<sub>3</sub> = Fertilización NPK + Enmienda mejoradora de suelo + coctel biorregulador

T<sub>4</sub> = Fertilización Completa + Enmienda mejoradora de suelo + coctel biorregulador

T<sub>5</sub> = Testigo

### Diseño y unidad experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 20 unidades experimentales. La unidad experimental se conformó de parcelas de 28,8 m<sup>2</sup> (6m x 4,8m), donde se establecieron seis hileras distanciadas entre sí a 0,80 m, y dentro de cada hilera las plantas se sembraron a 0,30 m entre sí, una semilla por sitio, simulando una densidad de 41.666 plantas ha<sup>-1</sup>.

### VARIABLES RESPUESTAS

Todas las variables fueron evaluadas en estado fresco o de choclo, entre los 65 y 70 días después de la siembra.

- **Número de mazorcas comerciales:** Se determinó al momento de la cosecha el número de mazorcas comerciales del área útil de la parcela y luego se extrapoló a hectárea.

- **Longitud de mazorca con y sin brácteas y pedúnculo (cm):** se determinó al momento de la cosecha<sup>7</sup>, donde del centro de la parcela se tomaron cinco mazorcas comerciales<sup>8</sup> al azar, a las cuales se le registró la longitud desde la base al ápice de la mazorca con la ayuda de una cinta métrica.
- **Diámetro de mazorca con y sin brácteas y pedúnculo (cm):** se determinó al momento de la cosecha, donde del centro de la parcela se tomaron cinco mazorcas comerciales al azar, a las cuales se le registró el diámetro en el tercio medio de la mazorca con la ayuda de un calibre.
- **Peso de mazorca con y sin brácteas y pedúnculo (g):** se determinó al momento de la cosecha, donde del centro de la parcela se tomaron cinco mazorcas comerciales al azar, a las cuales se le registró el peso con ayuda de una balanza de precisión.
- **Peso de granos/mazorca (g):** se determinó al momento de la cosecha, donde del centro de la parcela se tomaron cinco mazorcas comerciales al azar, a las cuales con ayuda de un cuchillo se le extrajeron los granos para registrar el respectivo peso con balanza de precisión.
- **Peso de tusa (g):** se determinó al momento de la cosecha, donde del centro de la parcela se tomaron cinco mazorcas comerciales al azar, a las cuales con ayuda de un cuchillo se le extrajeron los granos para registrar el peso de la tusa con balanza de precisión.
- **Relación granos/tusa:** se determinó dividiendo el peso de los granos para el peso de la tusa.
- **Productividad de mazorcas totales con y sin brácteas (t ha<sup>-1</sup>):** se determinó registrando el peso de todas las mazorcas del área útil y luego se extrapola a hectárea.
- **Productividad de mazorcas comerciales con y sin brácteas (t ha<sup>-1</sup>):** se determinó registrando el peso de todas las mazorcas comerciales del área útil y luego se extrapola a hectárea.
- **Peso fresco de planta (kg):** se determinó al momento de cosecha, registrando el peso completo de la biomasa encima del suelo de una planta (mazorca + paja).
- **Índice de cosecha (IC):** se determinó con la siguiente ecuación
 
$$IC = \frac{\text{Peso de mazorca comercial}}{\text{Peso de planta}} \times 100$$
- **Eficacia de las tecnologías:** se determinará al momento de la cosecha en base al rendimiento de mazorcas comerciales, con la siguiente ecuación:
 
$$\text{Eficacia (\%)} = \frac{Rc-Rs}{Rc} \times 100$$

Donde:  
Rc = Rendimiento de tratamientos con tecnologías

<sup>7</sup> La cosecha se definió de acuerdo al tiempo estimado por los desarrolladores de la variedad

<sup>8</sup> Se considera como mazorca comercial las que tienen una longitud  $\geq$  a 15 cm y bien polinizadas, esto de acuerdo a lo descrito por Meneses et al. (2017) para maíz de consumo en fresco.



$R_s$  = Rendimiento del tratamiento control

### Análisis económico de las tecnologías

El análisis económico se realizará a través de la estimación del beneficio neto de las tecnologías propuestas. Para esto se estimará los costos que varían por tratamiento ( $CqV$ ), los que estarán en función del costo de las alternativas tecnológicas (fertilización, enmiendas y biorreguladores), aplicaciones y costo unitario de insumos (U\$\$  $kg^{-1}$  o  $L^{-1}$ ) y costo de la mano de obra. En el tratamiento Testigo, el costo que varía será cero ( $CqV=0$ ). Con los datos de rendimiento (mazorcas comerciales  $ha^{-1}$ ) y precio unitario de venta (U\$\$  $almód^{-1}$  o  $centena^{-1}$  de mazorcas comerciales) se calculará los ingresos brutos. Con base en la diferencia entre los rendimientos de cada tratamiento y el testigo se estimará el efecto de la aplicación de las alternativas tecnológicas. Con los datos de costos e ingresos se calculará los beneficios netos (Duicela y Ponce, 2015).

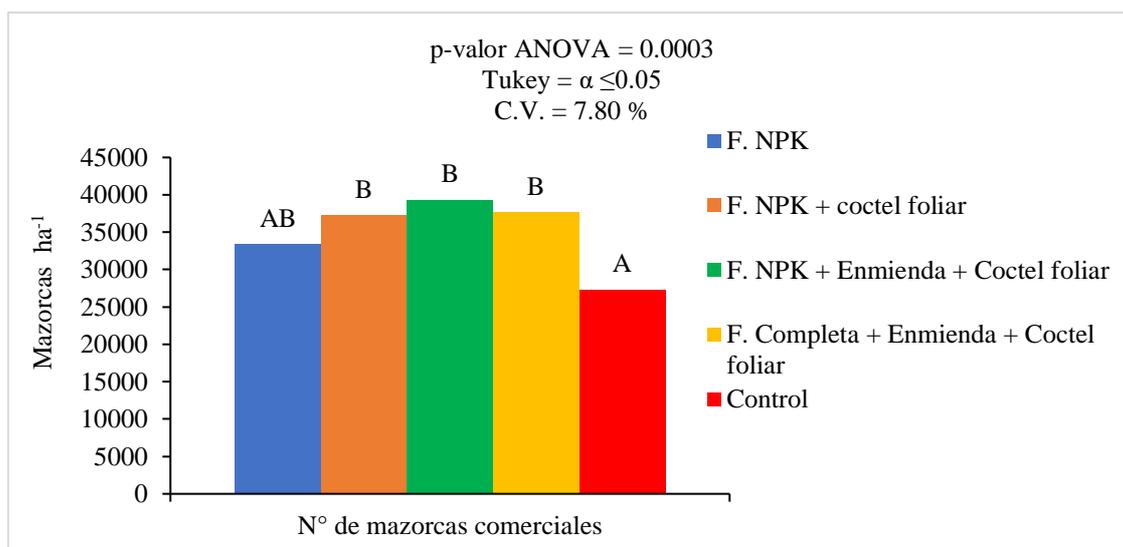
### Resultados de fase época lluviosa 2020

#### Localidad Rocafuerte

**Tabla 5.** Efecto de varios tratamientos de fertilización sobre la longitud, diámetro y peso de mazorca sin brácteas de maíz para consumo en fresco. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020.

Tratamientos	Longitud de mazorca sin brácteas (cm)	Diámetro de mazorca sin brácteas (mm)	Peso de mazorca sin brácteas (g)
T1: F. NPK	20,80 b <sup>1/</sup>	44,64 b	244,90 b
T2: F. NPK + Coctel foliar	20,85 b	44,61 b	247,50 b
T3: F. NPK + Enmienda + Coctel foliar	20,72 b	45,55 b	255,80 b
T4: F. Completa + Enmienda + Coctel foliar	21,40 b	46,22 b	252,55 b
T5: Control	18,15 a	39,25 a	143,03 a
Promedio	20,40	44,05	233,76
p-valor ANOVA	<0,0001	<0,0001	<0,0001
C.V. %	3,09	3,14	4,79

<sup>1/</sup> Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error.



**Figura 1.** Efecto de varios tratamientos de fertilización sobre la producción de mazorcas comerciales de maíz para consumo en fresco. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020.

**Tabla 6.** Incremento de la producción de mazorcas comerciales de maíz con los tratamientos de fertilización edáfica y cocteles foliares, en relación al tratamiento control y fertilización convencional NPK. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020.

Tratamientos	Nº de mazorcas comerciales ha <sup>-1</sup>	Incremento de mazorcas en relación al control (%)	Incremento de mazorcas en relación al tratamiento NPK
F. NPK + coctel foliar	37260	27	10
F. NPK + Enmienda + Coctel foliar	39363	31	15
F. Completa + Enmienda + Coctel foliar	37711	27	12
F. NPK	33354	18	---
Control	27344	---	---

**Tabla 7.** Análisis económico del manejo fisionutricional en maíz blanco para consumo en fresco. Rocafuerte, Ecuador, 2020.

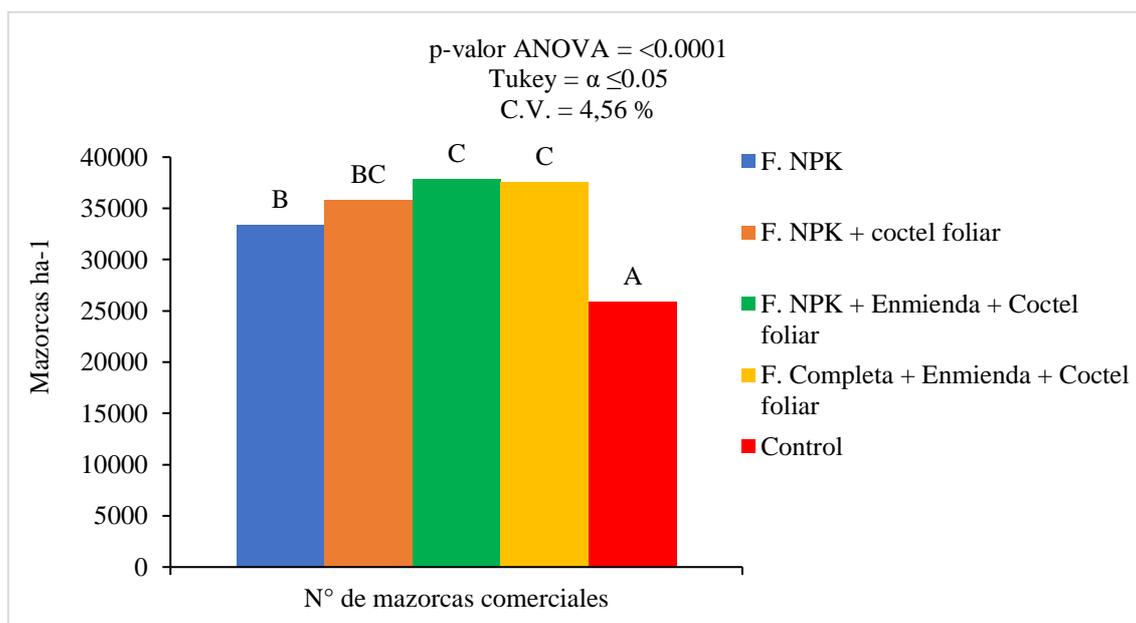
Tratamientos	Costos totales	Costos que no varían en los tratamientos. Cf = Preparación de terreno, semillas, siembra, Control plagas y malezas y cosecha.	Costo que varía por el manejo fitonutricional (US\$ ha <sup>-1</sup> ). Cqv = costo de fertilizantes, fertilización, coctel foliar, enmiendas y aplicación	Incremento de los costos que varían con respecto al testigo (US \$ ha <sup>-1</sup> ): Icqvn = Cqv n - Cqv 10	Rendimiento (Almú ha <sup>-1</sup> ), RTn	Incrementos de los rendimientos respecto al testigo (Almú ha <sup>-1</sup> ). IR = RTn - RT5	Precio unitario de venta (US \$ Almú <sup>-1</sup> ): Pc	Incremento de los ingresos en relación al testigo (US \$ ha <sup>-1</sup> ). Iing = IR * Pc	Ingresos totales (US \$ ha <sup>-1</sup> ). IT = RTn * Pc	Beneficio neto del manejo fitonutricional (US \$ ha <sup>-1</sup> ). BNT n = Iing - Icqvn
<b>Beneficio económico neto El Cardón - Rocafuerte</b>										
T1	932	639	293	293	222	40	12	481	2668	188
T2	1118	639	479	479	248	66	12	793	<b>2981</b>	<b>314</b>
T3	1368	639	729	729	262	80	12	962	<b>3149</b>	<b>233</b>
T4	1453	639	814	814	251	69	12	829	<b>3017</b>	15
T5	639	639	0	0	182	0	12	0	2188	0

### Localidad Lodana

**Tabla 8.** Efecto de varios tratamientos de fertilización sobre la longitud, diámetro y peso de mazorca sin brácteas de maíz para consumo en fresco. Lodana, Santa Ana, Manabí, Ecuador, 2020.

Tratamientos	Longitud de mazorca sin brácteas (cm)	Diámetro de mazorca sin brácteas (mm)	Peso de mazorca sin brácteas (g)
T1: F. NPK	20,40	4,62 b <sup>1/</sup>	230 b
T2: F. NPK + Coctel foliar	21,13	4,49 b	240 b
T3: F. NPK + Enmienda + Coctel foliar	20,94	4,58 b	260 b
T4: F. Completa + Enmienda + Coctel foliar	20,88	4,53 b	250 b
T5: Control	19,57	4,20 a	200 a
Promedio	20,58	4,48	236
p-valor ANOVA	0,4244	0,0021	0,0002
C.V. %	5,97	2,58	5,29

<sup>1/</sup> Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error.



**Figura 2.** Efecto de varios tratamientos de fertilización sobre la producción de mazorcas comerciales de maíz para consumo en fresco. Lodana, Manabí, Ecuador, 2020.

**Tabla 9.** Incremento de la producción de mazorcas comerciales de maíz con los tratamientos de fertilización edáfica y cocteles foliares, en relación al tratamiento control y fertilización convencional NPK. Lodana, Santa Ana, Manabí, Ecuador, 2020.

Tratamientos	N° de mazorcas comerciales ha <sup>-1</sup>	Incremento de mazorcas en relación al control (%)	Incremento de mazorcas en relación al tratamiento NPK
F. NPK + coctel foliar	35757,50	28	7
F. NPK + Enmienda + Coctel foliar	37860,75	32	12
F. Completa + Enmienda + Coctel foliar	37560,50	31	11
F. NPK	33353,50	23	---
Control	25841,25	---	---

**Tabla 10.** Análisis económico del manejo fisionutricional en maíz blanco para consumo en fresco. Lodana, Ecuador, 2020.

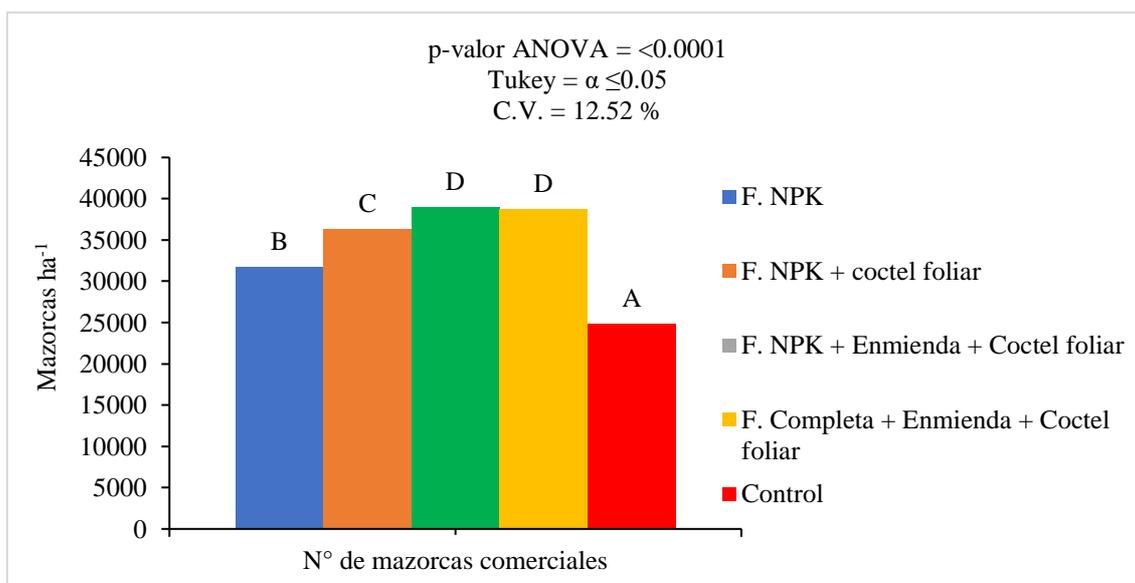
Tratamientos	Costos totales	Costos que no varían en los tratamientos. Cf = Preparación de terreno, semillas, siembra, Control plagas y malezas y cosecha.	Costo que varía por el manejo fisi nutricional (US\$ ha <sup>-1</sup> ). Cqv = costo de fertilizantes, fertilización, coctel foliar, enmiendas y aplicación	Incremento de los costos que varían con respecto al testigo (US \$ ha <sup>-1</sup> ): Icq <sub>v</sub> = Cqv n - Cqv 10	Rendimiento (Almú ha <sup>-1</sup> ). RT <sub>n</sub>	Incrementos de los rendimientos respecto al testigo (Almú ha <sup>-1</sup> ). IR = RT <sub>n</sub> - RT5	Precio unitario de venta (US \$ Almú <sup>-1</sup> ): Pc	Incremento de los ingresos en relación al testigo (US \$ ha <sup>-1</sup> ). I <sub>ing</sub> = IR * Pc	Ingresos totales (US \$ ha <sup>-1</sup> ). IT = RT <sub>n</sub> * Pc	Beneficio neto del manejo fisi nutricional (US \$ ha <sup>-1</sup> ). BNT <sub>n</sub> = I <sub>ing</sub> - Icq <sub>v</sub>
<b>Beneficio económico neto Lodana – Santa Ana</b>										
T1	932	639	293	293	222	50	12	601	2668	<b>308</b>
T2	1118	639	479	479	238	66	12	793	<b>2861</b>	<b>314</b>
T3	1368	639	729	729	252	80	12	962	<b>3029</b>	233
T4	1453	639	814	814	250	78	12	938	<b>3005</b>	124
T5	639	639	0	0	172	0	12	0	2067	0

### Localidad Calceta

**Tabla 11.** Efecto de varios tratamientos de fertilización sobre la longitud, diámetro y peso de mazorca sin brácteas de maíz para consumo en fresco. Calceta, Manabí, Ecuador, 2020.

Tratamientos	Longitud de mazorca sin brácteas (cm)	Diámetro de mazorca sin brácteas (mm)	Peso de mazorca sin brácteas (g)
T1: F. NPK	20,50 ab <sup>1/</sup>	44,91 b	212,20 ab
T2: F. NPK + Coctel foliar	20,70 ab	45,84 b	235,15 bc
T3: F. NPK + Enmienda + Coctel foliar	21,39 ab	46,32 b	243,90 bc
T4: F. Completa + Enmienda + Coctel foliar	22,75 b	48,15 b	261,52 c
T5: Control	17,25 a	37,63 a	185,54 a
Promedio	20,52	44,57	227,66
p-valor ANOVA	0,0223	0,0001	0,0014
C.V. %	7,64	4,10	8,68

<sup>1/</sup> Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error.



**Figura 3.** Efecto de varios tratamientos de fertilización sobre la producción de mazorcas comerciales de maíz para consumo en fresco. Calceta, Manabí, Ecuador, 2020.

**Tabla 12.** Incremento de la producción de mazorcas comerciales de maíz con los tratamientos de fertilización edáfica y cocteles foliares, en relación al tratamiento control y fertilización convencional NPK. Calceta, Manabí, Ecuador, 2020.

Tratamientos	N° de mazorcas comerciales ha <sup>-1</sup>	Incremento de mazorcas en relación al control (%)	Incremento de mazorcas en relación al tratamiento NPK
F. NPK + coctel foliar	36258	31	13
F. NPK + Enmienda + Coctel foliar	38913	36	19
F. Completa + Enmienda + Coctel foliar	38762	36	18
F. NPK	31701	22	---
Control	24840	---	---

**Tabla 13.** Análisis económico del manejo fisionutricional en maíz blanco para consumo en fresco. Calceta, Ecuador, 2020.

Tratamientos	Costos totales	Costos que no varían en los tratamientos. Cf = Preparación de terreno, semillas, siembra, Control plagas y malezas y cosecha.	Costo que varía por el manejo fisionutricional (US\$ ha <sup>-1</sup> ). Cqv = costo de fertilizantes, fertilización, coctel foliar, enmiendas y aplicación	Incremento de los costos que varían con respecto al testigo (US \$ ha <sup>-1</sup> ): Icq <sub>v</sub> = Cqv n - Cqv 10	Rendimiento (Almú ha <sup>-1</sup> ). RTn	Incrementos de los rendimientos respecto al testigo (Almú ha <sup>-1</sup> ). IR = RTn - RT5	Precio unitario de venta (US \$ Almú <sup>-1</sup> ): Pc	Incremento de los ingresos en relación al testigo (US \$ ha <sup>-1</sup> ). I <sub>ing</sub> = IR * Pc	Ingresos totales (US \$ ha <sup>-1</sup> ). IT = RTn * Pc	Beneficio neto del manejo fisionutricional (US \$ ha <sup>-1</sup> ). BNT n = I <sub>ing</sub> - Icq <sub>v</sub>
<b>Beneficio económico neto El Limón - Calceta</b>										
T1	932	639	293	293	211	46	12	549	2536	256
T2	1118	639	479	479	242	76	12	913	<b>2901</b>	<b>434</b>
T3	1368	639	729	729	259	94	12	1126	<b>3113</b>	<b>397</b>
T4	1453	639	814	814	258	93	12	1114	<b>3101</b>	300
T5	639	639	0	0	166	0	12	0	1987	0

### Localidad Pichincha

Debido a las restricciones de movilización impuestas por la cuarentena debido a Covid, no se logró tomar los datos productivos en la localidad Pichincha que fue la primera en llegar a producción por su siembra en las primeras lluvias, por lo que se establece como parcela Perdida y no se considera para análisis.

### Conclusiones

- La fertilización foliar a base de micronutrientes y fitorreguladores fue efectiva para incrementar el rendimiento agronómico e ingresos económicos del maíz para consumo en fresco
- La aplicación de enmiendas mejoradoras de suelo incrementan el rendimiento agronómico, pero no son factibles económicamente para la producción de choclo, al menos en el corto plazo.
- Para la producción de choclo basta la fertilización básica NPK completada con coctel foliar basado en micronutrientes y fitorreguladores

### Bibliografía

1. Alarcón, D.; Limongi, J.; Zambrano, E. y Navarrete, J. 2019. Desarrollo de una variedad de maíz tropical de grano blanco con calidad de proteína para consumo en fresco. Avances en Ciencias e Ingeniería 11(17): 30 – 39.
2. Meneses, N.; Mendoza, J. y Cecílio, A. 2017. Fertilización potásica del maíz dulce en suelo con alta disponibilidad de potasio. Agrociencia Uruguay 21(2):54-58.

3. Duicela, L. y Ponce, L. (2015). Uso de fungicidas sistémicos en el control de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en la provincia de Manabí. La Técnica 15: 6–17.
4. García, J. y Espinoza, J. 2009. Efecto del fraccionamiento del nitrógeno en la productividad y en la eficiencia agronómica de macronutrientes en maíz. Informaciones Agronómicas 72: 1 – 5.
5. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2019. Dirección de estadística FAOSTAT. Consultado en línea (noviembre 13 del 2019). Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
6. Jones, T. 2009. “Maize tissue culture and transformation: the first 20 years”, Chapter 2: in Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement. Eds A.L. Krizand and B.A. Larkins (Heidelberg: Springer). pp 7–27.
7. Limongi, J.; Alarcón, D., Zambrano, E. 2019. “Nutrichoclo” INIAP 543 QPM. Variedad de maíz con alta calidad de proteína para el consumo en choclo en el Litoral ecuatoriano. Plegable No. 444. INIAP Estación Experimental Portoviejo.
8. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2017. Boletín situacional del cultivo. SINAGAP, Superficie, producción y rendimiento, maíz duro seco. Consultado en línea (noviembre 13 del 2019). Recuperado de: [http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/boletin\\_situacional\\_maiz\\_duro\\_2017.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/boletin_situacional_maiz_duro_2017.pdf)
9. Vera, D.; Liuba, G.; Godoy, L.; Díaz, E.; Sabando, F.; Garcés, F. y Meza, G. 2013. Análisis de estabilidad para el rendimiento de híbridos de maíz (*Zea mays*) en la Región Central del Litoral Ecuatoriano. Scientia Agropecuaria 4: 211 – 218.
10. Jiménez, S.; Castro, L.; Yépez, J. y Wittmer, C. 2012. Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia del Ecuador. Avances de Investigación 66: 1 – 92.
11. Bonilla, A. y Singaña, D. 2019. LA productividad agrícola más allá del rendimiento por hectárea: análisis de los cultivos de arroz y maíz duro en Ecuador. LA GRANJA: Revista de Ciencias de la Vida 29(1):70-83.
12. Motato, N. y Pincay, J. 2015. Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas cacaoteras de Manabí. La Técnica 14: 6 – 23.
13. Motato, N.; Pincay, J.; Avellán, M.; Falcones, M. y Aveiga, E. 2016. Fertilización del híbrido experimental de maíz INIAP H-603, con base en la eficiencia agronómica del nitrógeno. ESPANCIENCIA 7(2): 109 – 116.
14. Cedeño, F.; Cargua, J.; Cedeño, J.; Mendoza, J.; López, G. y Cedeño, G. 2018a. Aplicación foliar de micronutrientes y fitorreguladores como complemento de la fertilización edáfica en maíz amarillo duro. La Técnica 19: 19 – 30.
15. Cedeño, J.; Cedeño, G.; Alcívar, J.; Cargua, J.; Cedeño, F.; Cedeño, G.A. y Constante, G. 2018b. Incremento del rendimiento y calidad nutricional del arroz con fertilización NPK complementada con micronutrientes. Scientia Agropecuaria 9(4): 503 – 509.
16. Obregón, N.; Díaz, J.; Daza, C. y Aristizabal, H. 2016. Efecto de la aplicación de zeolita en la recuperación de nitrógeno y el rendimiento de maíz. Acta Agron. 65 (1): 24-30.



17. Barrera, J.; Cabrales, E. y Saenz, E. 2017. Respuesta del maíz híbrido 4028 a la aplicación de enmiendas orgánicas en un suelo de Córdoba – Colombia. *ORINOQUIA* 21(2): 38 – 45.
18. Iglesias, S.; Alegre, J.; Salas, C. y Egúez, J. 2018. El rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) mejora con el uso del biochar de eucalipto. *Scientia Agropecuaria* 9(1): 25– 32.
19. Sosa, B. y García, Y. 2018. Eficiencia de uso del nitrógeno en maíz fertilizado de forma orgánica y mineral. *Agronomía Mesoamericana* 29(1). DOI: <https://doi.org/10.15517/ma.v29i1.27127>.
20. Gutiérrez, O. 2010. Desarrollo de la metodología Innovación Rural Participativa en la zona andina central de Colombia. *Agronomía Colombiana* 28(3): 525-533.
21. Albicette, M. y Chiappe, M. 2012. Una experiencia de investigación participativa en Uruguay. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 9(1): 29 – 54.

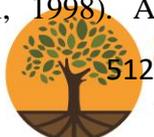
#### Actividad 4. Validación de la intensidad y época de poda en la perecibilidad de las raíces frescas de un material promisorio de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del INIAP

##### Matriz de actividades

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la actividad
Validación de la intensidad y época de poda en la perecibilidad de las raíces frescas de un material promisorio de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) del INIAP	Número de alternativas tecnológicas para producción generadas
<b>Responsable:</b>	Ing. Benny Avellán
<b>Colaboradores:</b>	Ing. Gloria Cobeña Programa Yuca y Camote, Ing. Wilmer Ponce Lab. Bromatología, Dr. Fernando Sánchez UTM, Tesistas UTM Gema Moreira y Cristina Pico

##### Antecedentes

La yuca además de su importancia en la seguridad alimentaria por su tradición de uso y consumo local, es una materia prima con un uso industrial amplio y diversificado (harina, almidón, alcohol) y una excelente fuente de forraje proteico (parte aérea) y energía (raíces) (Medina et al., 2013). Una de las características de las raíces de yuca es que estas son muy susceptibles al deterioro fisiológico y microbiana, ya que después de dos o tres días de cosechadas no son aptas para el consumo (Medina et al., 2013). La poda tiene múltiples fines en los cultivos, en la yuca es necesaria en la cosecha para facilitar la extracción de raíces (Takahashi, 1998). Además, aplicándola con varios días de



anticipación de cosecha puede reducir la incidencia del deterioro fisiológico, esto también depende de la variedad, se sabe que plantas con menor contenido de materia seca son más tolerantes (Ospina y Ceballos, 2002). La poda de la parte aérea de las plantas de yuca puede constituirse como una estrategia aparentemente eficiente y viable, aunque es necesario refinar los estudios sobre la interacción de esta práctica con las características agroclimáticas locales, por recomendación técnica (Andrade et al., 2011). El INIAP a través del Programa de Yuca realiza investigaciones desde el año 2006 sobre varios materiales de yuca, determinando que el clon CM-3306-19 mediante evaluaciones en campo de agricultores de Manabí junto a otros 14 genotipos, fue seleccionado por presentar mayores rendimientos (19.938 kg/ha) buen índice de cosecha y porcentaje de materia seca (35,75%) por encima de los valores aceptables.

En base a lo expuesto es evidente que la época e intensidad de poda es beneficiosa en el buen manejo postcosecha, ya que permite alargar el tiempo de vida útil en percha de las raíces. En nuestro país existe escasa información científica sobre este tema. Sin embargo algunos agricultores utilizan la poda, de una manera empírica y muchas veces no sustentada. Para que esta investigación busque probar esta tecnología para ser recomendada a los productores de yuca con altos contenidos de materia seca.

En nuestro país no se dispone de estudios actualizados sobre poda en yuca y su influencia en la perecibilidad de las raíces frescas.

## Objetivos

### General

Validar la influencia intensidad y la época de poda en la perecibilidad y calidad de las raíces frescas de yuca en un material promisorio del INIAP.

### Específicos

- Determinar la mejor intensidad de poda antes de la cosecha para reducir el deterioro fisiológico postcosecha en las raíces de yuca.
- Identificar la época de poda más adecuada previo a la cosecha para mejorar las condiciones de percha en la yuca.

## Metodología

El protocolo de validación fue aprobado por el Comité Técnico de la EE Portoviejo, evidenciado mediante el Acta 007 con fecha 23 de enero del 2020.

## Localización

Este ensayo se realizó entre los meses de febrero y diciembre del 2020, en los predios de la Estación Experimental Portoviejo.

## Material vegetal de siembra

Se utilizó el clon CM-3306-19, denominado variedad INIAP Portoviejo 652 La Rendidora.

## Factores tecnológicos en estudio



Factor A: porcentaje de poda en el follaje

- 50%, (2/4 de la planta desde la parte apical hacia abajo)
- 75 % (3/4 de la planta desde la parte apical hacia abajo)

Factor B: Época de cosecha después de la poda

- 28 días
- 21 días
- 14 días

- Testigo: sin poda

### Descripción de tratamientos

Tratamiento	Nomenclatura	Poda	Época
T1	P1E1	Poda 50%	14 días
T2	P1E2	Poda 50%	21 días
T3	P1E3	Poda 50%	28 días
T4	P2E1	Poda 75%	14 días
T5	P2E2	Poda 75%	21 días
T6	P2E3	Poda 75%	28 días
T7	Testigo	Sin poda	

### Características del campo experimental

Número de tratamientos	7
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimental	28
Distanciamiento entre hileras	1,0 m
Distanciamiento entre planta	1,2 m
Número de líneas/parcelas	3
Longitud de hilera	6 m
Área útil de la parcela	18 m <sup>2</sup>
Población de plantas/ha	8333 pl./ha
Área total del experimento (24 x 21 m)	504 m <sup>2</sup>

### MANEJO DEL ENSAYO.

#### Preparación del terreno

Se realizó en el terreno en forma mecanizada mediante dos pases de arado y uno de rastra previo a la eliminación de rastrojos y restos de cosecha del ciclo anterior.

#### Selección y desinfección de estacas



Se seleccionaron estacas del material de siembra establecido, de 5 nudos con una longitud de 20 cm, libres de la enfermedad *Erwinia* sp. La desinfección se realizó con Clorpirifos 2,5 mL por litro de agua + Carbendazim 1.5 mL por litro de agua, mediante inmersión durante 5 minutos de las estaquillas en una tina o recipiente.

### Siembra

La siembra se realizó de forma manual, colocando una estaquilla por sitio de manera, con una inclinación de 45°, con distanciamiento de 1 m entre hilera y 1,2 m entre planta.

### Control de malezas

El control de malezas se realizó aplicando controles manuales y químicos. Para el control de malezas en pre-emergencia se utilizó en mezcla los herbicidas Pendimetalin 15 mL + Terbutrina 2,4 mL + Paraquat 10 mL/litro de agua. Posteriormente, las deshierbas manuales se realizaron de acuerdo al desarrollo de las malezas en el lote.

### Fertilización edáfica

La fertilización se realizó en base a análisis de suelo y demanda nutricional del cultivo. En este caso en la fertilización edáfica se realizó utilizando 3 sacos /ha del fertilizante completo Yaramila COMPLEX; N (12%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (11%), K<sub>2</sub>O (18%), MgO (2.7%), S (8%), B (0.015%), Fe (0.2%), Mn (0.02%) y Zn (0.02%).

### Control de plagas

Para el manejo de plagas del suelo como *Phyllophaga* sp., tierreros y cortadores, se aplicó junto con el tratamiento preemergente de malezas, el insecticida Clorpirifos en dosis de 2,5 mL por litro de agua. Posteriormente a los 21 dds se realizó una aplicación de Clorpirifos con dosis de 2,5 mL en drench para control de *Phyllophaga* sp.

### Podas

Las podas se realizaron conforme la metodología descrita por Cenoz y Burgos (2012), en la cual la altura de la planta será dividida en cuatro partes, tomando como referencia el ápice de la planta. El tratamiento del 50% y 75% de la intensidad de poda corresponde a ½ y ¾ de la planta desde la parte apical hacia abajo. La aplicación de los tratamientos se realizó a partir de los 10 meses después de la siembra, en el mes de noviembre del 2020.

### Cosecha y Postcosecha

La cosecha se realizó de manera manual o con el uso del polín (caña con sogá) a los 11 meses después de la siembra (2 de diciembre) evaluando cada uno de los tratamientos. Para el manejo postcosecha se seleccionaron 30 yucas por cada tratamiento para evaluar el deterioro fisiológico durante la permanencia en percha (bajo condiciones de sombra).

### VARIABLES RESPUESTAS

- **Número y pesos de raíces por planta:** Se contabilizó el número de raíces por cada planta de la unidad experimental (15 plantas).
- **Contenido de materia seca:** Esta evaluación se la realizó tomando aleatoriamente raíces en cada parcela y con una muestra de aproximadamente 400 g de peso fresco se llevará a la estufa (60°C) hasta alcanzar un peso constante. Luego se estimó la relación entre peso seco y peso fresco.



- **Días del deterioro fisiológico postcosecha:** Se determinó después de la cosecha donde se tomaron 30 raíces sanas (sin daños mecánicos, ni pudrición) de cada tratamiento, y se evaluaron durante 10 días (3 raíces por día) el deterioro fisiológico mediante la metodología propuesta por Wheatley et al. (1995).
- **Tiempo de cocción:** Se determinó el tiempo de cocción, una vez cosechada la yuca manteniéndolas a 1,5 y 4 min a una temperatura entre 95 y 100 °C.
- **Fosforo:** Se realizó utilizando la técnica citada por ICONTEC (2001) la cual se determinó utilizando muestras al azar, mezclar bien, cuartear y tomar 50 g de almidón para el análisis en laboratorio.
- **Contenido de ceniza:** Se determinó en el momento de la cosecha, tomando una muestra de 1,0 g de almidón y luego fue llevada a estufa a una temperatura de 550 °C durante tres horas y media.

### Resultados

La cosecha y toma de datos productivos se efectuó al 02 de diciembre del 2020, a la par de las evaluaciones de laboratorio y deterioro fisiológico en los días subsiguientes, por lo que el ensayo al momento se encuentra en fase de tabulación y no se cuenta aún con los datos listos para el análisis.

### Bibliografía

1. Aguilar, E.; Segreda, A.; Saborio, D.; Morales, J.; Chacón, M.; Rodríguez, L.; Chinchilla, P.; Torres, S.; Gomez, Y. (2017). MANUAL DEL CULTIVO DE YUCA *Manihot esculenta* Crantz. Ecuador. DOI: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf>
2. Aristizábal, J.; Sánchez, T.; Lorio, D. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Roma. DOI: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>.
3. Barreto, E. (2011). estudio da poda da mandioca (*manihot esculenta crantz*). brasil. tesis de pregrado universidade estadual paulista “Júlio de mesquita filho” facultade de ciências agrônômicas campus de botucatu. Consultado 21 de enero. de 20 Doi: [file:///C:/Users/user/Desktop/PODA\\_YUCA/aguiar\\_eb\\_dr\\_botfca.pdf](file:///C:/Users/user/Desktop/PODA_YUCA/aguiar_eb_dr_botfca.pdf)
4. Burgos, A.; Cenóz, P.; López, A.; Rodrigues, S. (2005). Efecto de podas y del sistema de almacenamiento sobre factores de calidad de raíces de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). doi: [file:///c:/users/user/desktop/poda\\_yuca/efecto%20de%20podas%20y%20del%20sistema%20de%20almacenamiento.pdf](file:///c:/users/user/desktop/poda_yuca/efecto%20de%20podas%20y%20del%20sistema%20de%20almacenamiento.pdf)
5. Caballero, A.; Enciso, C.; Tullo, C.; Goanzález, J. (2019). Cultivo de mandioca. Paraguay. doi:[https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_05.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_05.pdf)
6. Cenóz, P.; Burgos, A. (2012). Efecto de las podas pre-cosecha en plantas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas en Corrientes, Argentina. Revista Científico agrícola 12 (3): 550-558. doi:



[file:///C:/Users/user/Desktop/poda\\_yuca/Efecto%20de%20las%20podas%20pre-cosecha%20en%20plantas%20de%20mandioca.pdf](file:///C:/Users/user/Desktop/poda_yuca/Efecto%20de%20las%20podas%20pre-cosecha%20en%20plantas%20de%20mandioca.pdf)

7. Cortés, S.; Chavarriaga, P.; Lopez, C. (2010). biocombustibles y biotecnología: la yuca (Manihot esculenta) como modelo de investigación acta biológica colombiana, 15 (1): 3-24. universidad nacional de Colombia sede Bogotá, Colombia. doi: <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319027884001.pdf>
8. Figueiredo, A.; Ferreira, M.; Umsza, M.; Flloretino, S.; Cardoso, A.; Souza, J. (2018). evaluación físico-química de mandioca almacenada bajo refrigeración y congelación. revista a barriguda, campina grande 6 [3] p. 539-0556. doi: [https://www.researchgate.net/publication/324013823\\_evaluacion\\_fisico-quimica\\_de\\_mandioca\\_almacenada\\_bajo\\_refrigeracion\\_y\\_congelacion](https://www.researchgate.net/publication/324013823_evaluacion_fisico-quimica_de_mandioca_almacenada_bajo_refrigeracion_y_congelacion)
9. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, EC). 2016. Informe técnico Anual del Proyecto Plan de Investigaciones para la seguridad Alimentaria. rubro-yuca Programa: Horticultura-Yuca. Estación Experimental Portoviejo. 2016
10. Marín, A.; Perdomo, Dinaba; Albarrán, José Gerardo; Fuenmayor, Francia; Zambrano, Cristela Evaluación agronómica, morfológica y bioquímica de clones élites de yuca a partir de vitroplantas Interciencia, 33 (5): 365-371, 2008. Asociación Interciencia Caracas, Venezuela. DOI: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33933508.pdf>
11. Medina, S.; García, L.; Vélez, C.; Alcalá, L.; Fernández, A. (2013). Comparative study of conservation of fresh cassava roots (Manihot esculenta Crantz) coated with natural wax and paraffin. doi: <file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-EstudioComparativoDeConservacionDeRaicesDeYucaMani-4391563.pdf>
12. Moura, Geraldo de Melo, & Costa, Newton de Lucena. (2001). Efeito da frequência e altura de poda na produtividade de raízes e parte aérea em mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(8), 1053-1059. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000800007>
13. Muñoz, X.; Hinostroza, F.; Mendoza, M. (2017). La yuca en Ecuador: su origen y diversidad genética. Ecuador. Consultado 21 de enero 2020. Doi: [http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas\\_cientificas/16/058-2017.pdf](http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas_cientificas/16/058-2017.pdf)
14. Oirschot, Q.; Brien, G.; Dufour, D.; Sharkawy, M.; Mesa, E. (2000). The effect of pre-harvest pruning of cassava upon root deterioration and quality characteristics. *J Sci Food Agric* 80; 1866-1873. Consultado 21 de enero 2020. DOI: [https://www.academia.edu/28763460/The\\_effect\\_of\\_pre\\_harvest\\_pruning\\_of\\_cassava\\_upon\\_root\\_deterioration\\_and\\_quality\\_characteristics?auto=download](https://www.academia.edu/28763460/The_effect_of_pre_harvest_pruning_of_cassava_upon_root_deterioration_and_quality_characteristics?auto=download)
15. Ospina, B.; Ceballos, H. (2002). Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Colombia. DOI: [http://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/yuca\\_tercer\\_milenio.pdf](http://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/yuca_tercer_milenio.pdf)
16. Pereira, S.; Silveira, E.; Matsumoto, S.; Santos, N.; Sedyama, T.; Reboucas, A. (2010). Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agrônômicas da mandioca. *Brasil. Maringá*, v. 32, n. 1, p. 99-108. DOI:



[file:///C:/Users/user/Desktop/PODA\\_YUCA/Efeito%20da%20poda%20e%20de%20épocas%20de%20colheita.pdf](file:///C:/Users/user/Desktop/PODA_YUCA/Efeito%20da%20poda%20e%20de%20épocas%20de%20colheita.pdf)

17. Pineda, N. (2017). “identificación y revalorización de los saberes ancestrales de producción agraria en los cultivos de yuca (manihot esculenta), plátano (musa paradisiaca) y caña (saccharum officinarum) en la parroquia madre tierra, cantón Mera, Provincia de Pastaza”. ecuador. tesis de pre-grado. universidad técnica de Ambato. doi: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26326/1/tesis-169%20%20ingenier%c3%ada%20agron%c3%b3mica%20-cd%20511.pdf>
18. Silva de Andrade, Juliano; Silveira Viana, Anselmo Eloy; Dias Cardoso, Adriana; Matsumoto, Sylvana Naomi; Silva de Novaes, Quelmo Épocas de poda em mandioca Revista Ciência Agronômica, vol. 42, núm. 3, julio-septiembre, 2011, pp. 693-701 Universidade Federal do Ceará Ceará, Brasil. DOI: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195318899016>
19. Suárez, L.; Vega, V. (2011). Revisión bibliográfica apuntes sobre el cultivo de la yuca (manihot esculenta crantz). tendencias actuales. cultivos tropicales, 32 (3): 27-35 doi: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v32n3/ctr04311.pdf>
20. Takahashi, M. (1998). épocas de poda na cultura da mandioca na região noroeste do paraná, brasil. instituto agronmico do paraná. doi: [file:///c:/users/user/desktop/poda\\_yuca/épocas%20de%20poda%20na%20cultura%20da%20mandioca%201.pdf](file:///c:/users/user/desktop/poda_yuca/épocas%20de%20poda%20na%20cultura%20da%20mandioca%201.pdf)
21. Techeira, N.; Sívoli, L.; Perdomo, B.; Ramírez, A.; Sosa, F. (2014). Caracterización físico-química, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (Manihot esculenta Crantz), batata (Ipomoea batatas Lam) y ñame (Dioscorea alata), cultivadas en Venezuela Interciencia, 39 (3): 191-197. Asociación Interciencia Caracas, Venezuela. DOI: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33930206009.pdf>
22. Viteri, M. (2014). “plan de negocios para la exportación de yuca congelada a Helsinki Finlandia”. ecuador. consultado 21 de ene. de 20. doi: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/8398/1/57843\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/8398/1/57843_1.pdf)
23. Wheatley, C.; Lozano, C.; Gómez, G. (1985). Post-harvest deterioration of cassava roots. In: Cock, J.H.; Reyes, J.A. Cassava: research, production and utilization. pp. 655-671. UNDP-CIAT. Cali, Colombia. 745 pp.

## Actividad 5. Implementación de un biodigestor de masas residuales para generación de biogás

### Matriz de actividades

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la actividad
Implementación de un biodigestor de masas residuales para generación de biogás	Número de alternativas tecnológicas para producción generadas.



<b>Responsable:</b>	Ing. Benny Avellán, Ing. Wilmer Ponce
<b>Colaboradores:</b>	Ing. Manuel Saltos UTM, Ing. Edixon Espinoza, MAG.

### Antecedentes

El aprovechamiento de recursos locales para la generación de energía puede permitir: aumentos en la productividad del trabajo, generación de empleos, elevación de la calidad de vida con servicios esenciales tales como agua potable, disminución de la contaminación en hogares y entorno, etc. (Tobares 2013).

La explotación agropecuaria se caracteriza por la producción de una importante cantidad de desechos los cuales no son utilizados apropiadamente por los agricultores, convirtiéndose incluso en una fuente de contaminación orgánica cuando no son evacuados o tratados de una manera correcta, citando entre ellos el estiércol de animales, restos de cosecha, desperdicios de procesamiento de materia prima, entre otros. El aprovechamiento de toda esta masa para su transformación y uso dentro de los predios se constituye en una alternativa tecnológica para la producción de energía renovable a partir de materia orgánica originada en un proceso biológico, generando el biogás, combustible en pleno auge que ayuda mediante su uso alternativo a disminuir la emisión de GEI (Gases de efecto invernadero).

El cantón Pichincha de Manabí es eminentemente agropecuario, siendo uno de los de mayor importancia en la provincia, especialmente en producción ganadera, con un 51,41% del total de uso de suelo dedicado a esta explotación y en otros cultivos como maíz, cacao y yuca, siendo este último rubro de gran importancia en la producción de almidón como valor agregado. (SNI, 2014).

Uno de los recursos utilizados para el aprovechamiento de la biomasa residuo de la explotación agropecuaria es el uso de los biodigestores. Un biodigestor es una cámara hermética donde se acumulan residuos orgánicos (vegetales o excremento de animales) mediante un proceso natural de bacterias (anaerobias) presentes en los excrementos que descomponen el material contenido en metano y en fertilizante. El biodigestor es un recinto cerrado donde se producen reacciones anaeróbicas en el que se degrada la materia orgánica disuelta en un medio acuoso, para dar como resultado metano y dióxido de carbono, trazas de hidrógeno y sulfídrico (Ecured, 2020). En base a este proceso se obtiene el biogás, el cual es un gas combustible que su composición varía según el tipo de materia prima y de la condición del digestor. Instituciones de investigación local como el INIAP, la Universidad Técnica de Manabí, el Instituto de Investigación Geológico y Energético IIGE, han desarrollado actividades de investigación para evaluar la eficiencia de varios materiales de desecho de la producción agropecuaria local para su



aprovechamiento en la generación de biogás, determinando en base a ello, el comportamiento de los diferentes sustratos y las mejores alternativas para la producción de metano como combustible a utilizar (Pallo *et al.* 2020).

## Objetivos

### General

- Implementar un biodigestor para el aprovechamiento de biomásas residuales en la producción de energía sostenible en fincas, en la localidad Guayacán de Tachel de Pichincha.

### Específicos

- Capacitar a productores locales en el aprovechamiento de residuos de la producción agropecuaria para la generación de energía limpia.
- Contribuir a la conservación del medio ambiente mediante el aprovechamiento de desechos contaminantes de actividades agropecuarias para la generación de energía sostenible.

### Metodología

El protocolo de validación fue aprobado por el Comité Técnico de la EE Portoviejo, evidenciado mediante el Acta 025 con fecha 28 de septiembre del 2020.

### Sustrato a utilizar

Para la implementación del biodigestor se utilizó el sustrato recomendado mediante investigaciones realizadas por Pallo, Zambrano y Ponce (2020), en la que se determinó que el uso de desechos agrícolas como el cilindro central y corteza de yuca con inóculo de estiércol de bovino o torta de piñón, obtuvo el mayor porcentaje de gas metano (71,67%), utilizable como combustible en actividades domésticas o comerciales.

### Materiales para biodigestor

- Tanque metálico 200 l de color negro
- tubo presión rosc. 1/2" x 6m
- codo pp rosc.1/2" x 90
- terraja p/tubo 1/2"-1" blister
- llave d/tubo cmd 12"
- adaptador hg 1/2" p/tanque
- te pp 1/2"r/r
- manómetro 0-30 psi
- balde plástico de 20 litros
- llave d/paso 1/2"
- unión pp 1/2"
- alicate universal 8"
- plástico negro x metro (2 mts)



- pistola infrarroja para temperatura
- manguera de gas doméstico (con mechero)
- Guantes
- Gafas de protección
- Mascarillas

### Sustrato requerido

- Desechos de yuca (cilindro central, corteza, raíces)
- Estiércol fresco de bovino
- Agua

### Procedimiento montaje biodigestor:

1. Llenado: con el tanque de 55 gal. se procede al llenado de los residuos agrícolas generados en la finca de productores, empezando con las excretas (9 kg), así mismo los residuos biomásicos 20 kg en peso la corteza de yuca, culminando con 72 litros de agua.
2. Montaje: una vez realizado el llenado, se deriva el montaje del reactor, instalación de tuberías de presión, con sus respectivas uniones, cabe indicar antes de hacer las ramificaciones, colocar un medidor de presión manométrica, en el cual mide diariamente este parámetro, y la llave de paso para su descarga posterior.
3. Tanque “chorizo”: el tanque chorizo, se forma de plástico, en forma de bolsa reforzada, es decir de doble capa, presionando al final la bolsa y al inicio de este coloca una unión con una llave de paso y un manómetro.
4. Toma de datos: Se toman a partir del próximo día después de realizado el montaje del equipo con las siguientes condiciones, 11h30 y 17h00, aunque para los cálculos, se realizan con el último dato antes de la descarga.

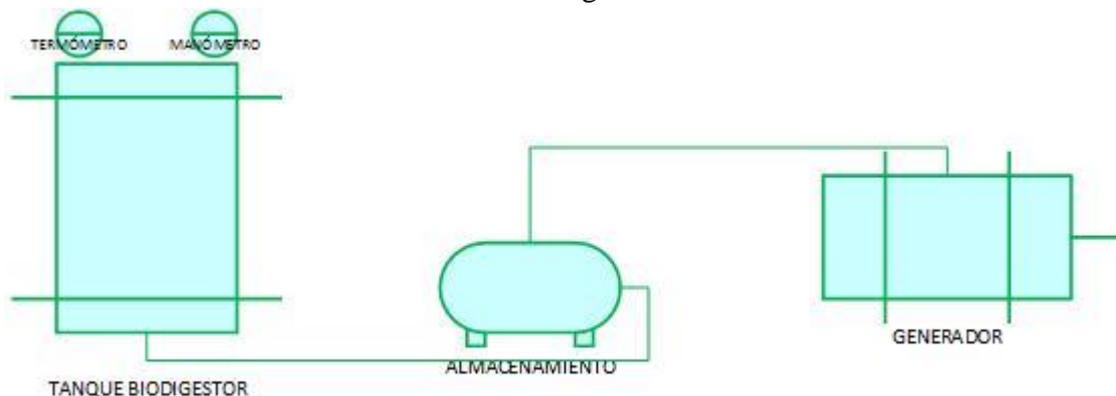


Ilustración 3. Diagrama de proceso de obtención de biogás a partir de desechos agrícolas.

### MANEJO ESPECÍFICO DEL ENSAYO.

La toma de datos del manómetro y descarga de gas en el almacenamiento se realiza de forma diaria por parte del agricultor y técnico del MAG previa capacitación para la supervisión de la actividad. El seguimiento y monitoreo del biodigestor se realizaron cada 15 días por parte del Responsable de Laboratorio de Bromatología o del NDT de

la EE Portoviejo, con el objetivo de verificar el funcionamiento estable de la planta durante el proceso de producción de biogás.

Las descargas de gas y el tiempo de vida estipulado para el biodigestor se determinaron en 32 días, tiempo durante el cual el sustrato está en capacidad de producir biogás. Una vez finalizado el proceso, los residuos sólidos del biodigestor fueron aprovechados para la preparación de sustrato para abonos orgánicos en el vivero de ASOUNINPRO.

### Resultados

El establecimiento del biodigestor en la localidad Guayacán de Tachel permitió demostrar a productores de la zona la importancia del aprovechamiento de desechos orgánicos para generación de biogás y remediación ambiental. En este sentido y como parte de las actividades de capacitación inherentes al proyecto de biodigestor se ejecutó con el apoyo del Ing. Manuel Saltos de la UTM, el *Taller utilización de biomasa para elaboración de biogas*, dirigido a productores de ASOUNINPRO y técnicos del Gad cantonal de Pichincha en el mes de septiembre, y posteriormente durante el Día de campo de liberación de la nueva variedad de yuca, mediante un stand se presentaron al público y autoridades los resultados y usos del biogás producto de la biodigestión.

### Actividad 6. Cursos de capacitación en cultivos maíz y plátano

#### Matriz de actividades

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la actividad
Cursos de capacitación en cultivos maíz y plátano	Número de Cursos de capacitación ejecutados
<b>Responsable:</b>	Benny Avellán
<b>Colaboradores:</b>	Ing. Mayra Merchán (DT), Ing. Galo Cedeño ESPAM

#### Antecedentes

Debido a la imposibilidad de ejecutar los cursos presenciales programados para el 2020, y para dar continuidad al proceso de transferencia y difusión de las tecnologías generadas por el INIAP y otras instituciones hacia los usuarios, la Estación Experimental Portoviejo en coordinación con la ESPAM en base a la demanda de tecnología en rubros de importancia económica en el medio como son maíz duro y plátano, se programaron los Cursos virtuales **“Alternativas sanitarias, genotécnicas y fisio-nutricionales para el manejo de virosis y producción en maíz duro”** y **“Manejo innovativo del cultivo de plátano (*Musa sp.*) en el litoral ecuatoriano”** a fin de que sirva de guía y soporte para los agricultores, técnicos y estudiantes quienes necesitan información técnica y precisa



sobre estos rubros de importancia económica en los cuales el INIAP y otras instituciones realizan sus actividades de investigación y desarrollo.

## **Curso virtual “Alternativas sanitarias, genotécnicas y fisio-nutricionales para el manejo de virosis y producción en maíz duro”**

### **Objetivos**

- Capacitar y difundir a productores y técnicos sobre alternativas tecnológicas de producción y manejo integrado de virosis en el cultivo de maíz en el litoral ecuatoriano.

**INSTITUCIONES PARTICIPANTES:** INIAP, ESPAM, UTM

**COORDINACIÓN:** INIAP EE Portoviejo, ESPAM

**TÉCNICOS RESPONSABLES:** Ing Mg. Benny Avellán (NDT INIAP EEP), Ing. M. Sc. Galo Cedeño (ESPAM MFL).

**EXPOSITORES:** Dr. José Velásquez (INIAP EESC), Ing. M. Sc. Bernardo Navarrete (INIAP EEP), Ing. M. Sc. Sergio Vélez (ESPAM MFL), Ing. M. Sc. Bertín Vélez (FIAG UTM), Dr. José Luis Zambrano (INIAP EESC), Ing. M. Sc. Galo Cedeño (ESPAM MFL), Dr. George Cedeño (UTM FIAG).

**MODERADOR:** Ing. Benny Avellán

**TOTAL PARTICIPANTES:** 150

### **CRONOGRAMA DE CONFERENCIAS**

**21 de julio de 2020. 10h00 a 12h00.**

**Tema 1: Importancia de la calidad de la semilla en la producción de maíz.**

Dr. José Velásquez Carrera. Responsable Departamento Producción y Servicios INIAP EE Santa Catalina.

**28 de julio de 2020. 10h00 a 12h00.**

**Tema 2: Interacciones entre insectos y virus en maíz: el caso de la necrosis letal en Manabí.**

Ing. M. Sc. Bernardo Navarrete Cedeño. Investigador INIAP DNPV área Entomología EE Portoviejo

**04 de agosto del 2020. 10h00 a 12h00.**

**Tema 3. Virus asociados a maíz**



Ing. M. Sc. Sergio Vélez Zambrano Docente investigador Carrera Ing. Agrícola ESPAM MFL/ Ing. M. Sc. Bertín Vélez Olmedo. Docente investigador Facultad Ingeniería Agronómica UTM

**11 de agosto del 2020. 10h00 a 12h00.**

**Tema 4: ¿Cómo evaluar resistencia genética a enfermedades virales en maíz?**

Dr. José Luis Zambrano Mendoza. Investigador Principal INIAP Programa de Maíz EESC.

**18 de agosto del 2020. 10h00 a 12h00.**

**Tema 4: Fundamentos fisio-nutricionales para la producción y manejo de virosis en maíz.**

Ing. M. Sc. Galo Cedeño García. Docente Investigador Carrera Ing. Agrícola ESPAM MFL.

**25 de agosto del 2020. 10h00 a 12h00.**

**Tema 5: Nutrición biológica del maíz.**

Dr. George García Cedeño. Docente Investigador Facultad de Ingeniería Agronómica UTM

**Plataforma de conferencias.**

Para las conferencias virtuales se utilizó la plataforma Cisco Webex.

**Seminario virtual “Manejo innovativo del cultivo de plátano (Musa sp.) en el litoral ecuatoriano”**

**Objetivo**

- Capacitar y difundir a productores, técnicos y demás participantes sobre alternativas tecnológicas innovativas generadas por el INIAP, ESPAM y otras instituciones de investigación para la producción de plátano en el litoral ecuatoriano

**INSTITUCIONES PARTICIPANTES**

INIAP, ESPAM

**COORDINACIÓN:** INIAP EE Portoviejo, ESPAM

**TÉCNICOS RESPONSABLES:** Ing. Mg. Benny Avellán (NDT INIAP EEP), Ing. M. Sc. Galo Cedeño (ESPAM MFL).

**EXPOSITORES:** Ing. M. Sc. Galo Cedeño (ESPAM MFL), Ing. Antonio Bustamante PhD (INIAP EETP), Ing. Danilo Vera PhD (INIAP EETP), Ing. Manuel Carrillo PhD (INIAP EETP), Ing. Holger Loor, (PITTPA MAG).

**MODERADOR:** Ing. Mg. Benny Avellán (INIAP EEP).

**PARTICIPANTES:** 85

## **CRONOGRAMA DE CONFERENCIAS**

**27 de octubre de 2020. 10h00 a 12h00.**

**Tema 1:** Tecnologías de bajo costo para propagación de plantas de plátano.

Ing. M. Sc. Galo Cedeño García. Docente Investigador Carrera Ing. Agrícola ESPAM MFL.

**04 de noviembre de 2020. 10h00 a 12h00.**

**Tema 2:** Densidades de siembra en plátano.

Ing. M. Sc. Galo Cedeño García. Docente Investigador Carrera Ing. Agrícola ESPAM MFL

**11 de noviembre del 2020. 10h00 a 12h00.**

**Tema 3.** Fusarium Raza 4 Tropical y Moko bacteriano: principales amenazas a la producción de plátano en Ecuador

Ing. Antonio Bustamante PhD. Investigador Responsable Programa de Banano y plátano INIAP EET Pichilingue.

**18 de noviembre del 2020. 10h00 a 12h00.**

**Tema 3:** "Reconocimiento y Manejo Integrado de Enfermedades en el Cultivo de Plátano"

Ing. Danilo Vera PhD. Investigador Responsable Departamento Protección Vegetal INIAP EET Pichilingue.

**25 de noviembre del 2020. 10h00 a 12h00.**

**Tema 4:** Nutrición del cultivo de plátano.

Ing. Manuel Carrillo PhD. Investigador Responsable Departamento Suelos y Agua INIAP EET Pichilingue.

**02 de diciembre del 2020. 10h00 a 12h00.**

**Tema 4:** Manejo pos cosecha del plátano con énfasis en Buenas Prácticas Agrícolas.

Ing. Holger Loor Cedeño. Técnico Proyecto PITTPA Ministerio de Agricultura y Ganadería El Carmen.



## Plataforma de conferencias.

Para las conferencias virtuales se utilizó la plataforma Zoom.

