

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
(INIAP)**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**

**DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL (DNPV)**

**SECCIÓN: ENTOMOLOGÍA**

**INFORME ANUAL TÉCNICO 2021**

**PORTOVIEJO, ECUADOR**

**Enero 2022**

Tabla de contenido

Proyectos/Actividades	Pag.
Resumen ejecutivo	3
<b>1. Departamento / Programa</b>	4
<b>2. Nombre del director de la Estación Experimental</b>	4
<b>3. Responsable del Departamento/Programa en la Estación Experimental</b>	4
<b>4. Equipo técnico multidisciplinario I+D</b>	4
<b>5. Financiamiento</b>	5
<b>6. Proyectos/Actividades</b>	6
<b>7. Socios estratégicos para investigación</b>	9
<b>8. Publicaciones</b>	10
<b>9. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión</b>	11
<b>10. Propuestas presentadas</b>	16
<b>11. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el Programa o Departamento</b>	19
<b>Proyecto 1. Eficacia de aceites vegetales contra larvas de lepidópteros-plaga del maíz</b>	19
<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	19
<b>Proyecto 2. Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión</b>	24
<b>Componente 2.</b> Determinación del rol de insectos escolítinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en la transmisión y dispersión de la enfermedad “Muerte Regresiva”	24
<b>Actividad 1.</b> Identificación de los escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”	31
<b>Actividad 2.</b> Fluctuación poblacional de escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”	36
<b>Actividad 3.</b> Capacidad de transmisión de insectos vectores de la enfermedad “Muerte regresiva”	45
<b>Actividad 4.</b> Socialización, capacitación y difusión de resultados del proyecto	46
<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>	49
<b>Actividad 1.</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 1.1.</b> Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón <i>Gossypium</i> spp. en Ecuador	52
<b>Subactividad 1.2.</b> Colecta de accesiones del género <i>Gossypium</i> spp. y conservación del banco de germoplasma de algodón en Ecuador	56
<b>Actividad 2.</b> Determinar el efecto de bioherbicidas para el control de malezas en algodón ( <i>Gossypium hirsutum</i> L.)	61
<b>Actividad 3.</b> Respuesta productiva del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios	79
<b>Actividad 4.</b> Efecto de <i>Trichoderma</i> spp. sobre características agronómicas y sanitarias del algodón	88
<b>Actividad 5.</b> Respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor	115
<b>Actividad 6.</b> Comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón “BRS-336” con tecnologías de manejo bajo las condiciones de campo de productor.	126
<b>Actividad 7.</b> Comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de diez accesiones de algodón nativo <i>Gossypium</i> spp. de colores bajo un régimen de manejo tecnológico en las condiciones del Valle del Río Portoviejo.	158
<b>Proyecto 4.</b> Sostenibilidad de la producción del cultivo de la palma aceitera en Ecuador y su cadena productiva agroindustrial y su efecto en mejorar la calidad de los actores directos e indirectos del sector.	169
<b>Actividad 1.</b> Identificación de causales bióticas patogénicas, factores abióticos y genéticos que incidan y se correlacionen en la manifestación de la enfermedad de la pudrición del cogollo en palma aceitera en Ecuador	171
<b>Proyecto 5. Agroecología e innovación en la cadena de valor de papa y camote en la frontera Norte de Ecuador, financiado por el AECID.</b>	188
<b>Actividad 1.</b> Evaluación de la presencia de artrópodos herbívoros y benéficos (depredadores y parasitoides) en 18 materiales de camote en Sucumbíos y 17 en Esmeraldas, Ecuador	188
<b>Proyecto 6. Liberación de una nueva variedad de camote 001</b>	193
<b>Actividad 1.</b> Evaluación de la presencia de artrópodos herbívoros y benéficos en el material promisorio de camote 001	193

## Resumen ejecutivo

En el 2021, el DNPV-Entomología de la EEP contó con el financiamiento de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID, Proyecto Teca), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, Proyecto +Algodón), la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL, Proyecto Polinizadores de Cacao) y fondos fiscales del INIAP. Las investigaciones se enmarcaron en seis proyectos y 15 actividades; además, se escribieron dos protocolos. Se participó con la ESPAM, en la formulación de dos proyectos de investigación, aprobados y financiados para el 2022. Los resultados logrados en el 2021, fueron: publicación de dos artículos científicos, otro aceptado para publicación y tres en fase de revisión. Se escribieron dos Boletines técnicos en cacao, una ficha técnica de algodón y dos libros (teca y yuca). Se participó en ocho congresos nacionales e internacionales. Mediante eventos presenciales y virtuales, se capacitaron a 441 personas (productores, técnicos e investigadores). Además, se asistió a 13 eventos de capacitación.

En el proyecto 1, “Eficacia de aceites vegetales contra larvas de lepidópteros-plaga del maíz”, se realizaron dos bioensayos para determinar la eficacia del aceite de piñón sobre distintos instares larvales de *Spodoptera frugiperda*. Los resultados indican que el aceite de piñón es capaz de reducir el consumo de hojas de maíz y acortar el período larval.

En el proyecto 2, sobre Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión, pudo identificar 15 especies de barrenadores, asociadas a la teca; se determinó que el régimen pluviométrico de las zonas de plantación de teca no interfirió en el ritmo del crecimiento poblacional de insectos barrenadores de la madera, de la subfamilia Scolytinae; las mayores poblaciones se presentan en los meses secos, noviembre y diciembre; los escoltinos de ambrosia tiene la capacidad de dispersar esporas desde los troncos infectados con “muerte regresiva” hacia los troncos sanos.

En el proyecto 3, “Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón *Gossypium* spp. (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano”, se desarrollaron siete actividades de campo, que permitieron obtener los siguientes resultados: se mantuvo la colección de algodón; se demostró la actividad bioherbívora de los aceites formulados de higuera (*Ricinus communis*) y piñón (*Jatropha curcas*) sobre arvenses monocotiledóneas en algodón. A nivel de la EEP, se estableció que la asociación Algodón + choclo + caupí tuvo el valor más alto de Índice Equivalente de la Tierra IET (1.46), por tener compatibilidad agronómica y productiva. A nivel de finca de productores, los mejores IET se encontraron en el algodón sembrado en asocio con maní y maíz-choclo, en alta densidad de siembra. El recubrimiento de semilla de algodón con la cepa de *Trichoderma asperellum* no provocó respuesta significativa en las variables morfológicas, fitosanitarias y productivas. La variedad de algodón BRS-336, presentó valores similares e incluso precocidad, en relación al lugar de origen, en parámetros, como: altura de planta, días a inicio de botoneo, floración, formación de bellotas, apertura de mota e inicio de cosecha. Se estableció, preliminarmente, un mejor comportamiento, de las accesiones de algodón nativo: ECGPRSMV-018 y ECGPRSMV-017.

En el proyecto 4, “Sostenibilidad de la producción del cultivo de la palma aceitera en Ecuador y su cadena productiva agroindustrial “(EEP-EELS), se estableció que de los ocho órdenes de artrópodos-plaga, los Díptera y Hemiptera presentan mayor riqueza y abundancia de familias, mientras que, de los nueve benéficos, sobresalen, Coleóptera, Díptera e Hymenoptera.

En el proyecto 5, “Agroecología e innovación en la cadena de valor de papa y camote en la frontera Norte de Ecuador”, el DNPV-Entomología se realizó un levantamiento de la artropofauna asociada a cultivos de camote en Sucumbíos y Esmeraldas.

En el proyecto 6, “Liberación de una nueva variedad de camote 001”, se ha colaborado con la determinación de 31 especies de artrópodos asociados al material promisorio de camote 001, donde prevalecen las especies herbívoras (plagas), sobre los benéficos. No obstante, se concluye que, hasta la actualidad, ninguna de las especies de herbívoros representa un riesgo para este material promisorio.

## INFORME ANUAL 2021

### 1. Departamento / Programa:

Departamento de Protección Vegetal (DNPV): Sección Entomología

### 2. Nombre del director de la Estación Experimental:

Ing. Luis Alberto Duicela Guambi, Ph.D.

### 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). (hasta el 31 de septiembre de 2021).

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

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

Ing. Alma Mendoza. Fitopatología-EEP

Ing. Goever Peña. Recursos Fitogenéticos-EEP

Mg. Benny Avellán Transferencia-EEP

Mg. Wilmer Ponce. Laboratorio de Bromatología-EEP

Ph.D. César Tapia. DENAREF-EESC

Ph.D. Álvaro Monteros. DENAREF-EESC

Ph.D. Danilo Vera. Fitopatología EETP

Ph.D. Karina Solís. Fitopatología EETP

Mg. Sofía Peñaherrera. Fitopatología EETP

M.Sc. Edwin Borja. Fitopatología EETP

Ph.D. Sandra Garcés. Entomología-EESC

M.Sc. Jimmy Pico. Fitopatología EECA

M.Sc. Catalina Bravo. Agroecología EEA

Ph.D. Lenin Paz. Virología EELS

Daniel Navia. Nematología-EELS

Ph.D. Luis Peñaherrera. Malezología EELS

Ph.D. Digner Ortega EESD

Mg. Mercedes Navarrete. Agronomía EESD

Ph.D. Elisa Quiala. Biotecnología EELS

Ing. Silvia Zambrano, M.Sc, Agronomía EESD

Ing. Silvana Defaz, Agronomía EESD

**c. Equipo científico de soporte:**

Ph.D. Diego Quito, ESPOL-CIBE. Biotecnología.

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

Ph.D. Manuel Gonzalez, INIA-España

Ph.D. Antonieta De Cal, INIA-España. Fitopatología.

Ph.D. David Mota. Universidad de Michigan State

Ph.D. Anthony Cognato. Michigan State University.

Ph.D. Angelo Palini. Vicoso-Brasil. Universidad Federal de Viçosa

Ph.D. Renato Sarmiento. Gurupi-Brasil. Universidad Federal de Tocantins

Ph.D. Madelaine Venzon (EPAMIG-Brasil)

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

Dra. Adriana Gregolin. Coordinadora de la Oficina Regional FAO-Chile.

Ph.D. Carolee Bull, Pennsylvania State University; Microbióloga - Bacterióloga

Ph.D. Laura Ramos-Sepúlveda, Millersville University, Microbióloga-Bacterióloga

**5. Financiamiento:**

Durante el 2021, el DPV-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 estaban previsto continuar 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).

**Protocolos escritos:** durante el 2021, el personal del DPV-Entomología, desarrolló los siguientes dos protocolos de investigación, aprobados por Comité Técnico de la Estación, mediante Acta de aprobación Nro.:

1. Comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón "BRS-336" con tecnologías de manejo bajo las condiciones de campo de productor (Acta de Revisión de CT N° 006, de fecha 03 de marzo de 2021. Acta de aprobación No. 003).
2. Respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor (Acta de Revisión de CT N° 007, de fecha 03 de marzo de 2021 y Acta de aprobación No. 004).

Estos protocolos, se presentaron 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".

6. Proyectos/Actividades:

Proyectos/Actividades-POA 2021	Fuente de financiamiento	Presupuesto total (dólares)	Año de inicio y fin del proyecto	Producto generado 2021
<b>Proyecto 1. Eficacia de aceites vegetales contra larvas de lepidópteros-plaga del maíz</b>	EEP	1.160	2018-2022	- Una cría establecida 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)	302.855	2018-2021	-Informe Técnico -Publicación de manual - Resumen en congreso - Artículo científico - Cierre del proyecto
<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	2018-2022	-Informe Técnico - Un día de campo -Artículo científico (1 aceptado; 1 presentado) - Una ficha técnica del cultivo. - Dos presentaciones en congreso internacional CCIUTM
<b>Actividad 1.</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>Subactividad 1.1.</b> Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón <i>Gossypium</i> spp. en Ecuador.				
<b>Subactividad 1.2.</b> Colecta de accesiones del género <i>Gossypium</i> spp. y conservación del banco de germoplasma de algodón en Ecuador.				
<b>Actividad 2.</b> Determinar el efecto de bioherbicidas para el control de malezas en algodón ( <i>Gossypium hirsutum</i> L.).				
<b>Actividad 3.</b> Respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios.				

<b>Actividad 4.</b> Efecto de <i>Trichoderma</i> spp. sobre características agronómicas y sanitarias del algodón.				
<b>Actividad 5.</b> Comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón “BRS-336” con tecnologías de manejo bajo las condiciones de campo de productor.				
<b>Actividad 6.</b> Respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor				
<b>Actividad 7.</b> Comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de diez accesiones de algodón nativo <i>Gossypium</i> spp. de colores bajo un régimen de manejo tecnológico en las condiciones del Valle del Río Portoviejo				
<b>Actividad 8.</b> Realización de eventos de capacitación dirigidos a productores, técnicos, estudiantes y demás interesados en la actividad algodonera				
<b>Actividad 9.</b> Publicaciones de fichas, plegables, guías, manuales y artículos				
<b>4. Elaboración de publicaciones científicas.</b>				-Artículo de algodón 1 <b>aprobado</b> - Artículo de foresia ácaro-mosca blanca-piñón, <b>publicado.</b> - Artículo algodón 2 <b>presentado</b> - Artículo de Scolytinae en teca, <b>publicado.</b>
<b>5. Elaboración de publicación técnica.</b>				- Manual de teca (Libro) - Manual de yuca(Libro) - Boletín técnico de artrópodos en cacao. - Boletín técnico de polinizadores en cacao - Ficha técnica del cultivo de algodón - Boletín de prensa de algodón. Video del proyecto Batería de información algodón
<b>Proyectos/Actividades EXTRAPOA 2021</b>				

<p><b>Proyecto 4.</b> Sostenibilidad de la producción del cultivo de la palma aceitera en Ecuador y su cadena productiva agroindustrial y su efecto en mejorar la calidad de los actores directos e indirectos del sector.</p> <p><b>Actividad 1.</b> Identificar causales bióticas patogénicas, factores abióticos y genéticos que incidan y se correlacionen en la manifestación de la enfermedad de la pudrición del cogollo en palma aceitera en Ecuador</p>	EELS	40.000,00	2021-2023	-Informe Técnico
<p><b>Proyecto 5.</b> Agroecología e innovación en las cadenas de valor de papa y camote en la Frontera Norte de Ecuador</p> <p><b>Actividad 1.</b> Evaluación y difusión de materiales de camote con enfoque de tecnologías limpias y de bajo costo.</p>	EEP	47665,4	2020-2022	Informe Técnico
<p><b>Proyecto 6.</b> Liberación de una nueva variedad de camote 001</p> <p><b>Actividad 1.</b> Evaluación de la presencia de artrópodos herbívoros y benéficos en el material promisorio de camote 001</p>	EEP		2021-2022	Informe



7. Socios estratégicos para investigación:

Socio	Actividades de vinculación	Año	Estado
Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) España.	Financiamiento al Proyecto Teca Financiamiento de publicaciones (manual Teca)	2018-2021	Terminado
Agencia Brasileña de Cooperación (ABC-MRE)-Brasil Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Oficina Regional FAO-Chile y Representación de FAO-Ecuador	Coordinación del Proyecto +Algodón-Ecuador Financiamiento al Proyecto +Algodón. Financiamiento para la realización de evento técnico (día de campo de algodón).	2018-2021	En ejecución
Centro Internacional de la papa (CIP)	Financiamiento de publicación sobre artrópodos en yuca	2021-2022	Activo
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 artículos científicos en maíz. Identificación de especímenes de escarabajos barrenadores	2019-2021	Activo
Pennsylvania State University	Proyecto PC	2021-2023	En ejecución
Millersville University	Proyecto PC	2021-2023	En ejecución
Universidad Federal de Viçosa-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).	Escritura de artículo científico.sobre necrosis letal en maíz	2018-2022	Activo
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL).	-Proyecto Polinizadores en sistemas de cacao (tesis doctoral). -Proyecto <i>Prodiplosis longifila</i> en tomate. (Tutor de tesis doctoral). -Publicación de artículos científico. - Escritura de documentos técnicos (Guía de polinizadores)	2018-2021	Activo
Universidad Técnica de Manabí	- Director de tesis de posgrado - Co-director de tesis de pregrado - Escritura de artículos científicos	2020-2021	Activo
Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)	Capacitación a técnicos	2021	Activo
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD)	Capacitación a técnicos	2021	Activo



## Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

## 8. Publicaciones:

### a. Artículos científicos:

**Cañarte-Bermúdez, E.;** Pallini, A.; Venzon, M.; Dos Santos, J.; da Silva, R. y Almeida-Sarmiento, R. (2021). *Bemisia tabaci* more than causing significant losses to many agricultures, is a disperser of mite in biofuel crops. *Phytoparasitica* <https://doi.org/10.1007/s12600-021-00926-8> (**publicado**).

**Navarrete-Cedeño, B.;** **Cañarte-Bermúdez, E.;** Vera-Coello, D.; Pinargote-Borrero, A. y Limongi-Andrade, R. (2021). "Troncos trampa" para la atracción de escarabajos de ambrosía en plantaciones de teca. *Revista ESPAMCIENCIA* 11(1):1-11. (**publicado**).

**Sotelo-Proaño, R.;** **Cañarte-Bermúdez, E.;** Zambrano-Gavilanes, F.; **Navarrete-Cedeño, B.** y Suárez-Duque, D. (2021). Respuesta de la variedad de algodón BRS-336 a un programa de manejo bajo las condiciones de Manabí-Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI* (**Aceptado para su publicación**).

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

**Cañarte-Bermúdez, E. y Navarrete-Cedeño, B.** 2021. Reconocimiento de artrópodos-plaga y controladores biológicos como herramienta para el manejo ecológico de plagas en cacao. 1era. Ed. 2021. Boletín Técnico No. 176, 33p. Publicado online en el repositorio INIAP: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5750>

**Cañarte-Bermúdez, E.;** Montero-Cedeño, S. y **Navarrete-Cedeño, B.** 2021. Reconocimiento, importancia y cuidado de los polinizadores en los sistemas de producción del cacao. 1era. Ed. 2021. Boletín Técnico No. 177, 38p. Publicado versión impresa y online en el repositorio INIAP: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5749>

Nota de prensa (20-07-2021). FAO org., Avanzan los ensayos en Ecuador para uso de una variedad brasileña de algodón. Disponible en: <https://www.fao.org/in-action/program-brazil-fao/news/ver/en/c/1416869/>

Batería de mensajes sobre los avances del proyecto +Algodón.

### c. Fichas Técnicas:

**Cañarte E.;** **Navarrete B.;** **Sotelo, R. y Pinargote, A.** (2020). Ficha técnica del cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.). Estación Experimental Portoviejo. 14p. Está lista para su envío a la Unidad de Comunicación del INIAP, para que sea subida a la respectiva plataforma.

### d. Libros:

Vera, D.; **Cañarte, E.;** **Navarrete, B.;** Espinoza, G.; y Borja, E. 2021. Manejo integrado de la enfermedad "muerte regresiva" en teca (*Tectona grandis* L.f.). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ecuador. Manual Técnico No. 120, 124p. Versión impresa y online en repositorio INIAP.

**Cañarte, E.; Navarrete, B.;** Muñoz, X.; Hinostroza, F. y Valarezo, O. 2021. Reconocimiento y manejo de artrópodos asociados al cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Ecuador. 1era. Ed. 2021. Manual No. 119, 116p. Se encuentra en fase de corrección de la diagramación por parte de la Unidad de Comunicación del INIAP. financiamiento CIP. **(en imprenta para impresión).**

#### e. Memorias de eventos científicos

Nagoshi, R.; **Cañarte, E.;** Navarrete, B.; Pico, J.; Bravo, C.; Arias, M. y Garcés-Carrera, G. 2021. Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. Smith) en Ecuador y sus implicaciones en la migración y manejo de plagas en la región norte de América del Sur. 1er. Simposio Ecuatoriano del Maíz Ciencia, Tecnología e Innovación. Universidad San Francisco de Quito (USFQ). Octubre de 2021. Pg. 30 ISBN: 978-9978-68-200-5 (publicadas en octubre de 2021).

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

##### a. Eventos científicos (expositor):

**Sotelo-Proaño, R.; Cañarte-Bermúdez, E.; Navarrete-Cedeño, B.; Pinargote-Borrero, A.** (2021). Efecto de *Trichoderma* spp. sobre características agronómicas y sanitarias en tres variedades de algodón. V Convención Científica Internacional de la UTM 2021 (CCIUTM). 27 al 29 de octubre de 2021. Modalidad virtual. Portoviejo-ECUADOR.

Alvarado-Zamora, C.; Díaz-Toral, Li; **Cañarte-Bermúdez, E.** y Sánchez-Mora, F. (2021). Determinación de la época y dosis de aplicación del Cloruro de Mepiquat en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.). V Convención Científica Internacional de la UTM 2021 (CCIUTM). 27 al 29 de octubre de 2021. Modalidad virtual. Portoviejo-ECUADOR.

Suarez-Navarrete, V.; **Navarrete-Cedeño, B.; Cañarte-Bermúdez, E.** y Zambrano-Gavilanes, F. (2021). "Evaluación de artropofauna presente en híbridos foráneos y variedades comerciales de piñón (*Jatropha curcas* L.). V Convención Científica Internacional de la UTM 2021 (CCIUTM). 27 al 29 de octubre de 2021. Modalidad virtual. Portoviejo-ECUADOR.

**Cañarte, E.** (2021), ¿Artrópodos herbívoros manipulan las defensas de las plantas?. X Evento Internacional La Universidad en el Siglo XXI. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL). 18 y 19 de noviembre de 2021. Modalidad virtual. Calceta-Ecuador.

Nagoshi, R.; **Cañarte, E.;** Navarrete, B.; Pico, J.; Bravo, C.; Arias, M. y Garcés-Carrera, G. (2021). Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. Smith) en Ecuador y sus implicaciones en la migración y manejo de plagas en la región norte de América del Sur. 1er. Simposio Ecuatoriano del Maíz Ciencia, Tecnología e Innovación. Universidad San Francisco de Quito (USFQ). Octubre de 2021. Pg. 30 ISBN: 978-9978-68-200-5 (publicadas en octubre de 2021).

Montero-Cedeño, S.; **Cañarte-Bermúdez, E.; Navarrete-Cedeño, B.** y Sánchez-Hernández, P. (2021). Riqueza y abundancia de especies polinizadoras (Ceratopogonidae) en cacao fino y de aroma en Manabí-Ecuador. X Evento Internacional La Universidad en el Siglo XXI. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL). 18 y 19 de noviembre de 2021. Modalidad virtual. Calceta-Ecuador.

Montero-Cedeño, S.; **Cañarte-Bermúdez, E.** y Vera-Villamil, V. (2021). Influencia de niveles tecnológicos de producción y sustratos de sobrevivencia sobre la dinámica de Ceratopogonidae en cacao. VII SEMINARIO CIENTÍFICO INTERNACIONAL SOBRE COOPERACIÓN UNIVERSITARIA PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, Ecuador. 13 al 17 de diciembre de 2021.

Montero-Cedeño, S.; **Cañarte-Bermúdez, E.**; **Navarrete-Cedeño, B.** y Sánchez-Hernández, P. (2021). Polinizadores en sistemas de producción de cacao y su relación con diferentes sustratos en Manabí. Jornada Científica de la Carrera de Ingeniería Ambiental. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL). 23 de noviembre de 2021. Modalidad virtual. Calceta-Ecuador.

#### **b. Eventos Técnicos (expositor):**

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

**Cañarte, E. (2021).** Plagas del camote y sus controladores biológicos. Comunidad Fuerzas Unidas, Abdón Calderón, Yanayacu y Itaya de la provincia de Sucumbíos, 26 al 28 de enero de 2021. (58 participantes entre productores y técnicos).

**Cañarte, E. (2021).** Reconocimiento y manejo de plagas del maíz. Escuela de campo. INIAP - ASOGAN El Carmen. El Carmen, Manabí. 21 de junio de 2021. Modalidad presencial. (10 participantes entre productores y técnicos).

**Cañarte, E. (2021).** Visita de asistencia técnica a productor de teca. Junín, Manabí. 29 de junio de 2021. Modalidad presencial. (un productor y seis técnicos extensionistas del Consejo provincial de Manabí).

**Cañarte, E. (2021).** Plagas del camote y sus controladores biológicos. Curso virtual “Manejo técnico del cultivo de camote”. E.E. Portoviejo, 13 de julio de 2021. (65 participantes, plataforma Zoom)

**Cañarte, E. (2021).** Plagas del camote y sus controladores biológicos. Comunidad de Tambillo, Bocana de Guayllabamba, Abdón Calderón y San Mateo. Esmeraldas, 27 al 29 de julio de 2021. (58 participantes entre productores y técnicos).

**Cañarte, E. (2021).** Conceptualización del manejo integrado de plagas de maíz y soya. Seminario Manejo agronómico del cultivo de maíz y soya. Experimental Tropical Pichilingue (EETP). 18 de agosto de 2021. Modalidad presencial. (35 técnicos).

**Cañarte, E. (2021).** Artrópodos plaga y benéficos en el cultivo de camote. Seminario “Manejo integrado del cultivo de camote”. E.E. Portoviejo, 24 al 26 de agosto de 2021. (25 participantes, presencial).

**Cañarte, E. (2021).** Reconocimiento y manejo de insectos-plaga de la yuca con énfasis en el control biológico. Webinar “Manejo técnico del cultivo de la yuca. E.E. Portoviejo, 01 de septiembre de 2021. (60 participantes, plataforma Zoom)

**Cañarte, E.** (2021). Plagas y su manejo en los agroecosistemas de cacao. Comuna Colorados del Búa, Santo Domingo de los Tsáchilas. 06 de octubre de 2021. Modalidad presencial. (15 participantes entre productores y técnicos).

**Cañarte, E.** (2021). Conceptualización y fundamentos técnicos para el manejo integrado de plagas del maíz. Escuela de semilleristas de maíz. Estación Experimental Santo Domingo (EESD). 07 de octubre de 2021. Modalidad presencial. (21 técnicos semilleristas).

### c. Días de campo

**Cañarte, E.; Sotelo, R.** y Rodríguez, W. (2021). Día de campo sobre la presentación de resultados del proceso de adaptabilidad de la variedad de algodón BRS\_336 en campo de productores. Sito El Polvar, Tosagua-Manabí. 02 de julio de 2021. Se registraron 31 participantes entre productores de la organización AMUCOMT, técnicos del MAG e INIAP y autoridades de FAO.

Peña, G.; **Cañarte, E.** y Mendoza, A. (2021). Día de campo Ampliación de la recomendación para el uso de clones de cacao EET 800 y EET 801 en el valle del río Portoviejo. Sitio Miguicho del cantón Santa Ana, provincia de Manabí. 29 de octubre de 2021. (56 participantes entre productores, técnicos y autoridades).

### d. Capacitación recibida de los investigadores del DNPV-Entomología de la EEP. 2021

**Navarrete, B.** (2021). Introducción a la Biotecnología. Croplife, 8 h, 17 de enero. En Línea.

**Navarrete, B.** (2021). Capacitación plataforma Springer, 4 h, 21 de enero. En Línea.

**Navarrete, B.** (2021). El ciclo de vida de los productos para la protección de cultivos. Croplife .8 h. 23 de enero. En Línea.

**Navarrete, B.** (2021). Código Internacional para el Manejo de Plaguicidas de La FAO (FAO-Croplife) 24 h. 2 de febrero. En Línea.

**Navarrete, B.** (2021). Camas biológicas para el manejo de mezcla y lavado de los productos para la protección de cultivos. Croplife. 8 h 12 de febrero. En Línea.

**Navarrete, B.** (2021). El enfoque de marco lógico y su aplicación en los proyectos FAO. 40 h. 1-26 de febrero. En Línea.

**Navarrete, B.** (2021). Manejo Responsable de Envases vacíos de plaguicidas CAMPOLIMPIO. 8 h. 2 de marzo. En Línea.

**Navarrete, B.** (2021). Hacia la promoción de Sistemas agroalimentarios inclusivos: Mecanismos y programas de adquisición de alimentos de la Agricultura familiar FAO. 40 h 1-15 de marzo. En Línea.

**Navarrete, B.** (2021). Conceptos, estrategias y buenas prácticas: +Algodón en América Latina y el Caribe. FAO, 40 h. 1-14 de mayo. En Línea.

**Navarrete, B.** (2021). Productos Frescos PSA. IICA. 8 h. 26 de octubre. Presencial.

**Cañarte, E.** (2021). V Simposio en Fitopatología control biológico e interacciones planta-patógeno. Universidad San Francisco de Quito (USFQ). Realizado del 15 al 17 de septiembre de 2021. 24 horas. En Línea.

**Cañarte, E. Navarrete, B.** (2021). Curso de capacitación virtual “Ciberseguro-INIAP”. Realizado del 25 al 29 de octubre de 2021. 4 horas. En Línea.

**Navarrete, B.** (2021). Control Biológico y la producción de enemigos naturales artrópodos para el manejo de plagas en agricultura. IOBC-INIAP 32 h. 8-12 de noviembre del 2021. En Línea.

#### **e. Revisor de Revistas Indexadas:**

**Cañarte, E. 2021.** Revista Acta Agronómica, Colombia (1 artículo el 19/01/2021).

**Cañarte, E. 2021.** Revista La Granja, Ecuador (1 artículo el 02/03/2021).

**Cañarte, E. 2021.** Revista ESPAMCIENCIA, Ecuador (1 artículo el 11/03/2021).

**Cañarte, E. 2021.** Revista La Granja, Ecuador (1 artículo el 6/08/2021).

**Navarrete, B. 2021.** Revista La Granja, Ecuador (1 artículo el 2/07/2021).

#### **f. Designaciones**

**Cañarte, E.** (2021). Mediante Memorando Nro. INIAP-EEP\_DIR-2021-0854-MEM, de fecha 01 de julio de 2021, recibí la delegación como responsabilidad de las actividades inherentes al Departamento de Protección Vegetal, de la Estación Experimental Portoviejo a partir del día de hoy jueves 1 de julio de 2021.

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

**Cañarte, E.** (2021). Entrevista de trabajo con delegado de la Oficina Regional de FAO-Chile. Tema: La experiencia del intercambio interinstitucional en el marco del Proyecto país +Algodón Ecuador. (17/03/2021). (reunión vía Zoom).

**Cañarte, E.** (2021). Reunión de trabajo para tratar el tema: Tabla de vida de la broca del café. (29/03/2021). (reunión vía Zoom).

**Cañarte, E.** (2021). Reunión de trabajo con Dr. Danilo Vera de la EETP del INIAP. para tratar el tema: Publicación de teca (06/04/2021). (reunión vía Zoom).

**Cañarte, E.** (2021). Reunión de trabajo con ocho técnicos del Consejo Provincial de Manabí. para tratar el tema: Recomendaciones para el manejo de barrenadores en balsa. (24/04/2021). (reunión vía Zoom).

**Cañarte, E.** (2021). Participación en Reunión de rendición de cuenta del Director Ejecutivo del INIAP. (10/05//2021). (reunión vía Zoom).

**Cañarte, E.** (2021). Participación en Reunión de rendición de cuenta-EEP. Estación Experimental Portoviejo. (11/05//2021). (reunión vía Zoom).

**Cañarte, E.** (2021). Participación en defensa de tesis de pregrado del Egdo. Gilmar Cañarte Cañarte. Universidad Técnica de Manabí. (13/05//2021). (reunión vía Zoom).

**Cañarte, E.** (2021). Participación en Reunión Ampliada de los Socios de la Cooperación Sur-Sur. Trilateral +Algodón. (13/05//2021). (reunión vía Zoom).

**Cañarte, E.** (2021). Participación en reunión de trabajo con Adriana Gregolin, responsable de la Oficina Regional de la FAO-Chile. Para analizar el tema: Situación del algodón en Ecuador. (26/05/2021). (Reunión virtual).

**Cañarte, E.** (2021). Participación en reunión de trabajo con David Suarez, coordinador nacional del Proyecto +Algodón. Para tratar aspectos del cierre del proyecto +Algodón-Ecuador. (10/06/2021). (Reunión presencial).

**Cañarte, E.** (2021). Participación en reunión de trabajo con representantes de los países socios del Proyecto +Algodón, para analizar la implementación del proyecto “Más semilla FAO). (16/06/2021). (Reunión virtual).

**Cañarte, E.** (2021). Participación en evento de clausura del proyecto 2017/ SPE/0000400109 “Etiología de la principal enfermedad de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”, gestionado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y financiado por la Unión Europea. Jueves 24 de junio del presente. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo provincia Los Ríos.

**Cañarte, E.** (2021). Participación en evento denominado “62 años de vida institucional INIAP, Feria de Innovación Tecnológica”. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo, Los Ríos. (23/07//2021). (evento presencial).

**Cañarte, E.** (2021). Reunión de trabajo con técnicos del Consejo Provincial de Santa Elena, para tratar el tema: Convenio de colaboración técnica entre instituciones. (00/00/2021). (reunión presencial).

**Cañarte, E.** (2021). Reunión de trabajo en la EETP con investigadores de varias estaciones. Tema: Implementación de parcelas con biocontroladores en plátano y banano. Quevedo, Los Ríos (20/08/2021). (reunión presencial).

**Cañarte, E.** (2021). Participación en defensa de tesis de posgrado de la Ing. Marjorie Asanza. Estudiante de maestría. Universidad Técnica de Manabí. (05/10//2021). (reunión vía Zoom).

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

**Cañarte, E. Navarrete, B.** Participación en reunión de Comité de publicaciones para analizar el manual de artrópodos en yuca. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí-Ecuador. (27/04/2021). (Reunión virtual).

**Cañarte, E. Navarrete, B.** Participación en reunión del Comité de Gestión Institucional de la EEP, para analizar varios temas inherentes a la Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí-Ecuador. (18/05/2021; 11/06/2021). (Reunión presencial).

**Cañarte, E.** Participación en reunión de Comité Ampliado de Publicaciones de la EETP, para revisar la publicación de teca. (14/06/2021). (Reunión virtual).



Navarrete, B. (2021). Reuniones de Comité Técnico (12), Comité de Publicaciones EEP (1),

#### i. Visitas científicas y/o técnicas

Visita al laboratorio de Entomología de un equipo de técnicos de la Prefectura de Santa Elena., 00 de 00 del 2021.

Visita al laboratorio de Entomología del director ejecutivo, Dr. John Molina. 00 de 00 del 2021.

#### 10. Propuestas presentadas:

##### Propuesta 1.

**Título:** Producción sustentable del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios como alternativa para mitigar el cambio climático

**Tipo propuesta:** proyecto

**Fondos o Convocatoria:** ESPAM-MFL Fondos de vinculación con la colectividad. ``Desarrollo humano, comunitario y sostenible``

**Fecha presentación:** abril de 2021.

**Directora del proyecto:** Ing. Silvia Montero Cedeño, M.Sc.

**Codirector externo del proyecto:** Ing. Ernesto Cañarte Bermúdez, Ph.D.

##### Equipo multidisciplinario:

Ing. Carlos Solórzano (Investigador ESPAM-MFL)

Ing. Carlos Banchón (Investigador ESPAM-MFL)

Ing. Gonzalo Constante (Investigador ESPAM-MFL)

M.Sc. Bernardo Navarrete (Investigador externo, INIAP-EEP-Entomología)

Ing. Antonio Pinargote B. (técnico de campo, INIAP-EEP-Entomología)

##### Otros colaboradores:

M.Sc. David Suarez (FAO)

Ing. Rafael Sotelo (FAO)

Sr. Líder Loor (productores de algodón)

Estudiantes de sexto nivel (Carrera de Ingeniería Ambiental, ESPAM-MFL)

Estudiantes de sexto nivel (Carrera de Ingeniería Agrícola, ESPAM-MFL)

**Presupuesto:** 3000,00 USD.

**Duración del proyecto:** 24 meses.

**Estado:** Aprobado por la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL).

**Fecha probable inicio ejecución:** enero de 2022

**Objetivo General:** Evaluar la sustentabilidad del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios en condiciones de campo de productores.

**Propuesta 2.**

**Título:** Servicio ecosistémico y polinizadores en sistemas de producción de cacao, con varios sustratos alimenticios en Manabí

**Tipo propuesta:** proyecto

**Fondos o Convocatoria:** XI CONVOCATORIA DE PROYECTOS I+D+i  
GI: GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS NATURALES Y BIODIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE – GIRBDS. ESPAM-MFL

**Fecha presentación:** junio de 2021.

**Directora del proyecto:** Ing. Silvia Montero Cedeño, M.Sc.  
**Codirector externo del proyecto:** Ing. Ernesto Cañarte Bermúdez, Ph.D.

**Equipo multidisciplinario:**

Mg.Sc. Patricio Noles (Investigador ESPAM-MFL)  
M.Sc. Bernardo Navarrete (Investigador externo, INIAP-EEP-Entomología)  
Ing. Antonio Pinargote B. (técnico de campo, INIAP-EEP-Entomología)  
Ph.D. Ángel Guzmán C. (Investigador externo, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí ULEAM)

**Otros colaboradores:**

Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Ambiental, ESPAM-MFL)

**Presupuesto:** 27.000,00 USD.

**Duración del proyecto:** 36 meses.

**Estado:** Aprobado por la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL).

**Fecha probable inicio ejecución:** enero de 2022

**Objetivo General:** Mostrar el servicio ecosistémico de los polinizadores en sistemas de producción de cacao con varios sustratos alimenticios en Manabí.

**Propuesta 3.**

**Título:** Aplicación de las Tecnologías de la Información y comunicación en la producción agrícola, en San Plácido Manabí.

**Tipo propuesta:** proyecto

**Fondos o Convocatoria:** Agencia Alemana de Cooperación GIZ

**Fecha presentación:** noviembre 26 de 2021.

**Director del proyecto:** Ing. Luis Alberto Duicela Guambi, Ph.D.  
**Codirector del proyecto:** Ing. José Bernardo Navarrete Cedeño, M.Sc.



**Equipo multidisciplinario:**

DNPV-Entomología

**Otros colaboradores:**

Centro Artesanal de Producción y Comercio Exterior.

CEPROCAFE

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Estación Experimental Portoviejo.

**Presupuesto:** 99.549,00 USD.

**Duración del proyecto:** 12 meses.

**Estado:** Negado

**Fecha probable inicio ejecución:** 2022

**Objetivo General:** Dotar a los agricultores de las comunidades de la Tablada de San Plácido, en la provincia de Manabí de herramientas tecnológicas innovadoras para la correcta gestión del conocimiento en la producción, poscosecha y acceso al mercado en la perspectiva de contribuir a reactivar la economía rural poscovid-19”.

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 L3 de *Spodoptera frugiperda* en maíz**

**Responsable**

Ph.D. Ernesto Cañarte B. (Entomología EEP)

**Colaboradores**

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

Ing. Antonio Pinargote B. (Entomología EEP).

Mg. Wilmer Ponce (Laboratorio de Bromatología).

**ANTECEDENTES**

En el Ecuador, el maíz *Zea mays* es un cultivo importante por su uso como alimento de animales, pero también por ser un aporte nutricional que contribuye a la dieta de los ecuatorianos (Villavicencio y Zambrano, 2009). En el 2020 se sembraron 259.184 ha con un rendimiento promedio de 5,52 TM h<sup>-1</sup>, siendo Los Ríos, Manabí, Guayas y Loja las provincias con mayor producción (SINAGAP, 2020).

Los rendimientos obtenidos en países de la región, son superiores a los del Ecuador, 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. (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. No obstante, de esta diversidad, se destaca como plaga clave del maíz al gusano cogollero *S. frugiperda* (Fernández, 2002; Franco-Archundia et al. 2006; Blanco et al. 2016), cuyos daños oscilan desde 10 al 80% (Franco-Archundia et al., 2006).

Los productores están considerando como exclusiva herramienta el control químico. Al respecto Jafar 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.

Según estimaciones del SINAGAP (2015) un 15% del costo de producción, es utilizado en protección fitosanitaria del cultivo de maíz, una parte significativa de este porcentaje se utiliza en comprar insecticidas de síntesis química. Es misión del INIAP proponer 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 otras alternativas eficaces compatibles con el medio ambiente y la salud pública, como el uso de sustancias de origen botánico que puedan ejercer un control sobre las poblaciones de insectos-plaga en maíz. Con estos antecedentes se plantea este experimento con la finalidad de medir el efecto de 4 dosis de aceite formulado de piñón sobre la biología de *S. frugiperda* en condiciones de laboratorio

## OBJETIVOS

### Objetivo general

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

### Objetivos específicos

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

Para el restablecimiento de la cría, en laboratorio, luego del aislamiento por las circunstancias del COVID-19, se recolectaron huevos y larvas de *S. frugiperda* en una parcela de maíz sembrada con este fin, en el Lote Teodomira de la EEP. Esta se mantuvo libre de interferencia de plaguicidas. Las larvas fueron criadas usando una dieta artificial, estableciéndose una colonia de esta especie que, fue alimentada con una dieta 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 *S. frugiperda* de entre 7-8 días de edad (segundo instar) y discos de hoja (2,5 cm de diámetro), cortados de plantas jóvenes de maíz (10 días de edad), sembradas en aislamiento, en casa de vegetación, libre de agrotóxicos. Se estudiaron los siguientes tratamientos: cuatro concentraciones de aceite de piñón *Jatropha curcas* formulado (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0% 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 25 discos por tratamiento. Los discos fueron sumergidos durante 30 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 tercer instar de cogollero. A las 24 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 el estado de las larvas, anotando, su transformación en pupas y la emergencia de los adultos. 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). Se realizaron dos réplicas biológicas del experimento (bioensayo). Las

variables del porcentaje de consumo de hojas y duración de los estadios de larva y pupa se sometieron a las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas, y al no cumplirse los supuestos del ANOVA paramétrico, se decidió realizar una prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis), utilizando el paquete Agricolae del software R Studio (R Core Team, 2020).

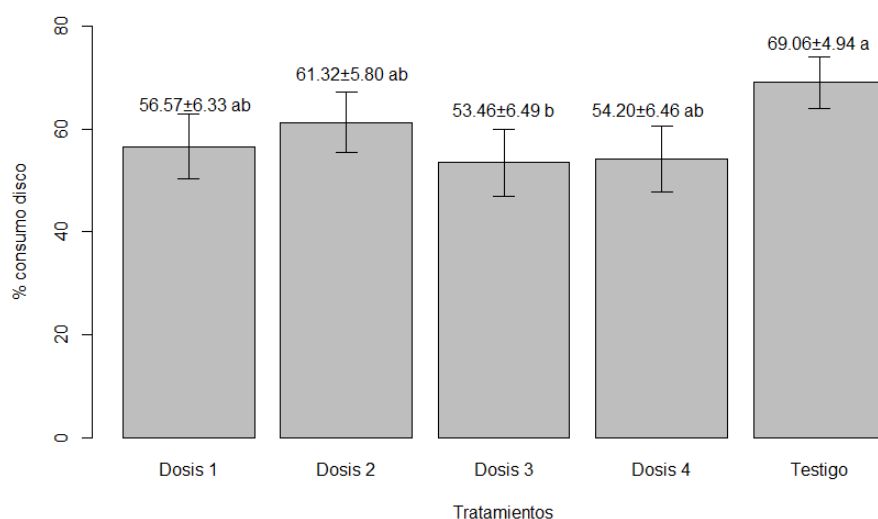
## RESULTADOS

### Mortalidad 24 h post aplicación

En este experimento no se observó mortalidad de las larvas, 24 h después del tratamiento de los discos de hoja, con la excepción de la dosis de 0,5 mL que tuvo un 2% y la dosis de 1,0 mL que presentó 4% de mortalidad.

### Porcentaje de consumo de disco de maíz

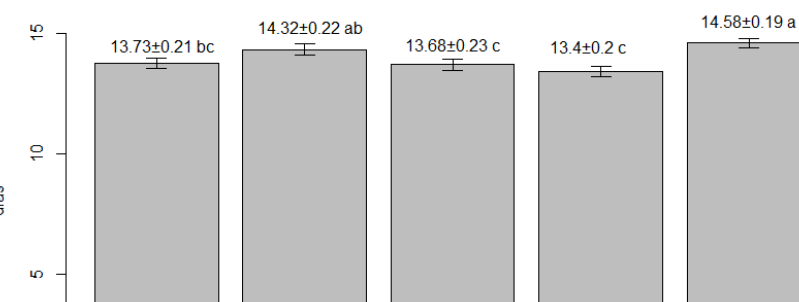
Como se muestra en la **Figura 1**, el porcentaje de consumo de disco foliar evaluado 24 h después del experimento, de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis  $H(4) = 5.99$ , presentó diferencias significativas, entre el testigo sin aplicaciones y la dosis de 1,5 mL. Esto demostraría el efecto anti alimentario que ejerce el aceite de piñón sobre las larvas de *S. frugiperda*.



**Figura 1.** Porcentaje de consumo foliar registrado en tratamientos del bioensayo de eficacia del aceite de piñón *Jatropha curcas* L. sobre L3 de *Spodoptera frugiperda* en maíz. Tratamientos con letras iguales no son diferentes de acuerdo a Test no paramétrico de Kruskal Wallis  $P=0.05$ .

### Duración del estado Larval

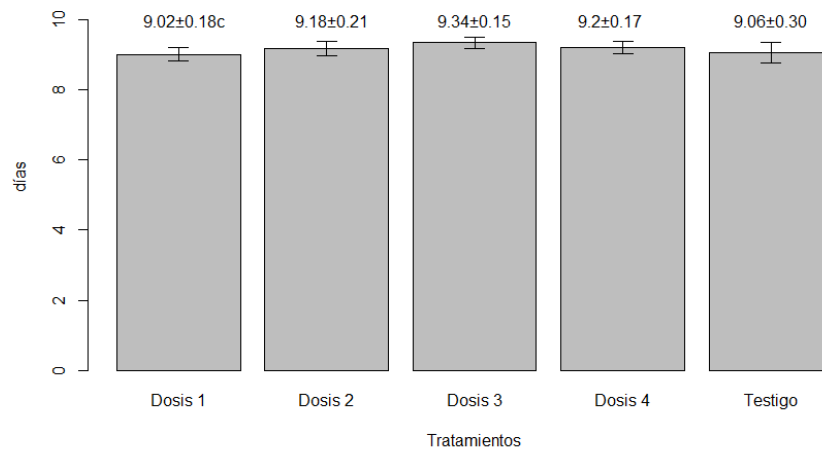
Las dosis de aceite de piñón de 1,5 y 2,0 mL, lograron reducir significativamente ( $H(4)=21.56$ ) la duración del estado larval en comparación con el testigo sin aplicación. Esta reducción de un día, indicaría que el aceite de piñón afecta la nutrición y fisiología de la larva, adelantando su última metamorfosis para convertirse en pupa (**Figura 2**).



**Figura 2.** Duración en días del estado larval registrado en tratamientos del bioensayo de eficacia del aceite de piñón *Jatropha curcas* L. sobre L3 de *Spodoptera frugiperda* en maíz. Tratamientos con letras iguales no son diferentes de acuerdo a Test no paramétrico de Kruskal Wallis  $P=0.05$ .

#### Duración de la pupa

La aplicación de aceites, no influenció estadísticamente en la duración del estado pupal ( $H(4)=2,13$ ), fluctuando entre 9,02 días de la dosis 0,5% de aceite de piñón y testigo no aplicado y 9,34 días de la dosis 1,5 mL de aceite de piñón (**Figura 3**).



**Figura 3.** Duración en días del estado pupal registrado en tratamientos del bioensayo de eficacia del aceite de piñón *Jatropha curcas* L. sobre L3 de *Spodoptera frugiperda* en maíz.

#### CONCLUSIONES

El aceite de piñón es capaz de reducir el porcentaje de consumo de hojas de maíz por parte de *S. frugiperda*.

Larvas de *S. frugiperda* tratadas con aceite de piñón tuvieron una reducción en el número de días de su periodo larval.

#### 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.

Hardke J.T.; Leonard B.R.; Huang F. y Jackson, R.E. (2011). Damage and survivorship of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on transgenic field corn expressing *Bacillus thuringiensis* Cry proteins. *Crop Protection* 30: 168–172.

Insecticide Resistance Action Committee-IRAC. (2014). Protocolos IRAC usados para determinar resistencia a insectidas.

<http://www.irc-online.org/methods/leaf-eating-lepidoptera-coleoptera-larvae/>

Jafar, W.N.W.; Mazlan, N.; Adam, N.A. y Omar, D. (2013). Evaluation on the effects of insecticides on biodiversity of arthropod in rice ecosystem. *Acta Biologica Malaysiana*, 2(3), 115-123.

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/>.

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

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

Ph.D. Ernesto Cañarte Bermúdez, EEP (responsable del componente 2).



### Colaboradores

M.Sc. Bernardo Navarrete C. (INIAP-EEP)  
Ing. Antonio Pinargote B. (INIAP-EEP)  
M.Sc. Edwin Borja Borja (INIAP-EETP) (contratado hasta julio 2021)  
Ph.D. Karina Solís (INIAP-EETP)  
Mg. Sofía Peñaherrera (INIAP-EETP)  
Ph.D. Manuel González Núñez (INIA-España)  
Ph.D. Antonieta De Cal y Cortina (INIA-España)  
Ph.D. Anthony Cognato (Michigan State University)

### Componente 2.

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

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

Ph.D. Ernesto Cañarte B. (INIAP-EEP)  
M.Sc. Bernardo Navarrete C. (INIAP-EEP)  
Ing. Antonio Pinargote B. (INIAP-EEP)

### Colaboradores

Ph.D. Danilo Vera C. (INIAP-EETP).  
M. Sc. Edwin Borja Borja (INIAP-EETP).  
Ph.D. Karina Solís (INIAP-EETP).  
Mg. Sofía Peñaherrera (INIAP-EETP).  
Ph.D. Anthony Cognato (Michigan State University)  
Ph.D. Manuel González Núñez (INIA-España).  
Ph.D. Antonieta De Cal y Cortina (INIA-España).

### Financiamiento

Debido a las circunstancias provocadas por el COVID-19, que alteró el normal proceso de implementación de las actividades del proyecto, se gestionó ante los donantes (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo AECID, Proyecto Teca), una extensión del proyecto. Finalmente, se concedió la ampliación del plazo de ejecución solicitado, fijando el 30 de junio de 2021, como nueva fecha límite para ejecutar la actividad y el 31 de diciembre de 2021 para justificar los fondos. Adicionalmente, se contó con el apoyo del gasto corriente de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

### 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”.

## OBJETIVOS

### 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”.

Estudiar la dinámica temporal de las principales especies de Scolytinae en teca

Evaluar la capacidad de transmisión de la enfermedad “muerte regresiva” por insectos xilófagos.

Socializar, capacitar y difundir los resultados del proyecto

## 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 Portoviejo, mediante Acta de Aprobación N° 019 del 19 de mayo de 2017 y detalla la metodología para el cumplimiento de este componente con 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 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 se desarrollaron en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

#### Levantamiento de la información

Hasta el 2019, se completó las colectas planificadas para obtener la diversidad de insectos barrenadores asociadas a la teca. En el 2020, se cumplió la fase de separación hasta nivel de

familia, de los grupos recolectados en las trampas (**Figura 4A**) y troncos (**Figura 4B**), en cada una de las 50 plantaciones visitadas. Seguidamente, los especímenes de la familia Curculionidae: Scolytinae, fueron separados para continuar con la clasificación por morfoespecies, utilizó para aquello de un estereomicroscopio y claves taxonómicas (Borror *et al.*, 1989) y otros esquemas. 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 y el Acuerdo de Transferencia de Material (ATM), legalizado. En el 2021, se presentan los resultados de la identificación taxonómica, realizada por el Dr. Cognato.



**Figura 4.** 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.

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

### Ubicación

Este estudio se lo implementó en tres plantaciones de teca localizadas en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos, con características pluviométricas contrastantes una de la otra (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Georreferencia y precipitación 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	- 1,38908 S / -0,19560 O	2780
Guayas	El Empalme	Monserate	-1,137391 S / -79,70346 O	1900
Manabí	Olmedo	Olmedo	-1,38908 S / -80,19560 O	1150

### Levantamiento de la información

El presente estudio fue planificado para realizarse en el periodo junio 2019 a mayo 2020. Sin embargo, debido a las circunstancias de la pandemia por el COVID-2019, no fue posible completar con los monitoreos en los meses de marzo, abril y mayo de 2020, debiéndose cerrar esta investigación con nueve de los doce meses planificados. Durante el 2019 y 2020,

se realizaron informes parciales de los resultados; mientras que, en este 2021, ya presenta la información consolidada de los nueve meses de evaluación.

Para el efecto, una vez por mes, se instalaban 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 dos transectos a un distanciamiento de 25 m entre trampa y a una altura de 1,5 m (**Figura 5**). 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 (**Figura 6**)., de donde se extraían los especímenes barrenadores. 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 permanecieron 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 escoltinos, siguiendo la metodología ya descrita.



*Figura 5. Tronco de teca instalada en fuste de árbol de teca durante un mes.*



*Figura 6. Cámaras de recuperación de especímenes barrenadores. Estación Experimental Portoviejo.*

### **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, antes descrita. 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. Sin embargo, por las circunstancias del COVID-19, no fue posible su cumplimiento en estas fechas. Esto motivo la extensión del proyecto, logrando implementar y concluir esta actividad en el primer semestre de 2021.

### Levantamiento de la información

**Fase 1. Transmisión en campo:** esta subactividad se la realizó en colaboración con el laboratorio de Fitopatología de la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Para esto, en las mismas tres fincas de teca donde se evaluó la dinámica poblacional en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos, se colocaron 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, se procedió a extraer los individuos de escolítinos que se encontraban en 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 de esta investigación era probar que los Scolytinae que visitaban y perforaban los troncos centinelas limpios (libres de MR), llegaban portando esporas de estos hongos patógenos.

**Fase 2. Laboratorio:** en el marco de este proyecto se desarrolló una metodología alternativa para determinar la capacidad de transmisión de insectos Scolytinae en jaulas entomológicas, donde participaron los laboratorios de Entomología de la EEP y Fitopatología de la EETP. Para el efecto, se adecuaron diez jaulas entomológicas (desinfectadas) y en el interior de cada una, fueron inicialmente colocados dos troncos centinelas provenientes de la plantación de teca ubicada en Olmedo Manabí y colectados en noviembre de 2020, los cuales estaban infestados con *Xyleborus* sp. (Scolytinae) (**Figura 7**). En estas condiciones fueron mantenidos en observación por aproximadamente 15 días, hasta constatar la presencia de abundante aserrín en la base de cada tronco, lo cual indicaba una gran actividad de reproducción y colonización de este barrenador. Luego de este tiempo fueron ingresados en cada jaula entomológica dos nuevos troncos centinela, sin corteza y sumergidos en alcohol por 30 segundos, los que se ubicaron en forma frontal a cada uno de los dos troncos infestados y separados a 30 cm (11-12-2020) (**Figura 8**). Estos troncos centinelas, no presentaban perforaciones y procedían de una plantación libre de la enfermedad "muerte regresiva". El objetivo de este estudio fue en primer lugar, probar la transferencia de *Xyleborus* sp. de los troncos infestados a los troncos sanos. Y demostrar que los microorganismos presentes en los troncos traídos del campo, eran transferidos a los troncos sanos, confinados en jaulas entomológicas, probándose así la transmisión de estos patógenos por parte de los Scolytinae.



A partir de este momento se comenzó a registrar tres veces por semana, el número de perforaciones en cada uno de los troncos centinela nuevos, por aproximadamente un mes, entre el 23 de diciembre de 2020 al 25 de enero de 2021. Al término de este tiempo, fueron retirado de las jaulas los 20 troncos centinelas iniciales (dos por cada jaula) para ser colocados en cámaras de recuperación, para obtener adultos de la especie de *Xyleborus* sp. De los 20 troncos con un mes de infestación, 10 fueron enviados al laboratorio de Fitopatología en fecha 26 de enero de 2021, para el análisis de la presencia de microorganismos patogénicos en las galerías y en el cuerpo de los insectos barrenadores. Mientras que, los restantes 10 troncos centinela, fueron ahora individualizados en fecha 26 de enero de 2021, en las jaulas entomológicas, previamente desinfectadas. Cada tronco infestado con *Xyleborus* sp. fue a partir de esta fecha, colocado en el centro de la jaula, ubicando en los cuatro extremos de cada jaula (a 25 cm equidistante del tronco central), un tronco nuevo sin galería (total cuatro troncos nuevos por jaula), libre de la enfermedad “muerte regresiva” (**Figura 9**). Con esta modificación se buscaba disminuir los riesgos de contaminación de los troncos y sus galerías con microorganismos no objetivo. Para el efecto a partir de la fecha inicial de colocación de los troncos (26-01-2021), el laboratorio de Fitopatología de la EETP, retirará un tronco cada 10 días, esto hasta completar los 30 días de evaluación. En cada fecha se determinó la posible presencia de microorganismos patogénicos causante de la enfermedad “muerte regresiva”. Mientras que, en el caso del laboratorio de Entomología de la EEP, evaluó tres veces por semana el comportamiento de este *Xyleborus* sp., a través del registro del número de galerías. Esta prueba se repitió mensualmente hasta abril de 2021, siguiendo la metodología antes descrita.



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

Durante el 2021, se realizaron dos acciones de difusión de los resultados del proyecto:

##### **Análisis estadístico**

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

#### **RESULTADOS**

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

###### **Identificación de especies:**

Los resultados de la identificación de Scolytinae asociados a teca, fueron obtenidos en fecha 20 de abril de 2021. La identificación estuvo a cargo del Ph.D. Anthony I. Cognato, autoridad mundial del grupo escolitidae y Professor Director of the A.J. Cook Arthropod Research Collection Entomology Graduate Program Director. Dept. of Entomology, Michigan State University.

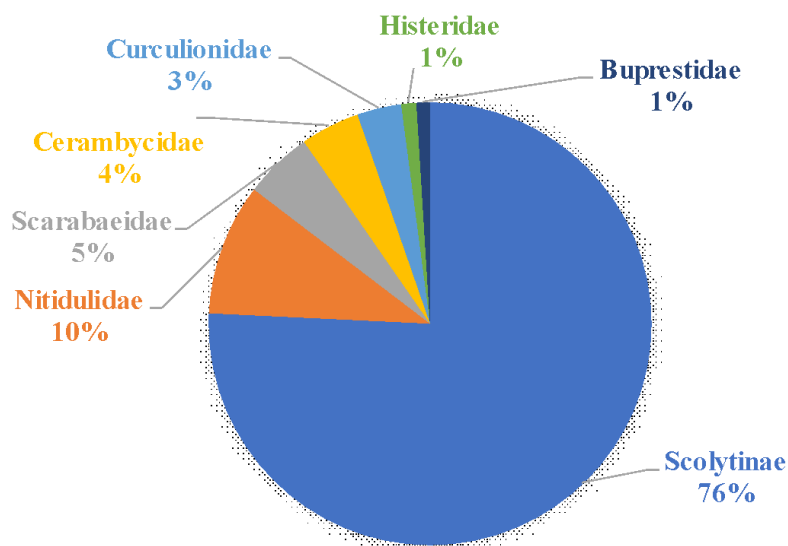
Esta identificación se realizó a partir de 71 morfoespecies de Scolytinae, colectadas en trampas con botellas plásticas, utilizando como atrayente, gel de etanol para la captura de insectos del orden Coleoptera, en 50 plantaciones de teca, de las principales provincias productoras de este árbol maderable (Los Ríos, Guayas, Manabí, Santo Domingo de los Táchilas y Esmeraldas). Se determinó que el el 76% de los 1.452 individuos capturados, eran de la sub familia Scolytinae (**Figura 10**).





**Figura 10.** Espécimen representante de la sub familia Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae), presentes en plantaciones de teca del Litoral ecuatoriano.

Por otro lado, el restante 24%, de especímenes colectados en campo, se distribuyó entre las familias Nitidulidae, Scarabaeidae, Cerambycidae, otros Curculionidae, Histeridae, Buprestidae y Bostrichidae (**Figura 11**).



**Figura 11.** Relación porcentual de la población de Scolytinae frente a otros grupos de Familias de coleópteros registrados en 50 plantaciones de teca en cinco provincias del Ecuador.

Se identificaron las siguientes especies de insectos barrenadores: *Corthylus* spp., una especie de la tribu Corthylina, *Hypothenemus* sp1., *Hypothenemus* sp.2, *Hypothenemus eruditus*, *Hypothenemus javanus*, *Hypothenemus seriatus*, *Cryptocarenum* spp., *Xyleborus affinis*, *Xyleborus ferrigenius*, *Xyleborinus bicornatulus*, *Xylosandrus curtulus*, *Sampsonius dampfi*, *Premnobius cavipennis* y una especie de la subfamilia Platypodinae. Así mismo, se reportó algunos especímenes de la familia Bostrichidae.

Como se observa en la **Tabla 2**, estas especies pertenecen a dos subfamilias (Scolytinae y Platypodinae). Los escoltinos, se encuentran distribuidos en cuatro tribus. Para las tribus Corthylini, Xyleborini, Prenmobini, el hábito alimenticio es xilema-micetófago, lo cual significa que estos, barrenan el xilema de los árboles, para construir galerías donde crían a su descendencia, que alimentan con un hongo simbiote transportado en su cutícula (micangios), y se los conoce como escarabajos ambrosiales. Mientras que, los integrantes de la tribu Scolytini tienen preferencia por alimentarse de semillas y tejido medular de ramas, aunque algunas especies tienen también hábitos ambrosiales.

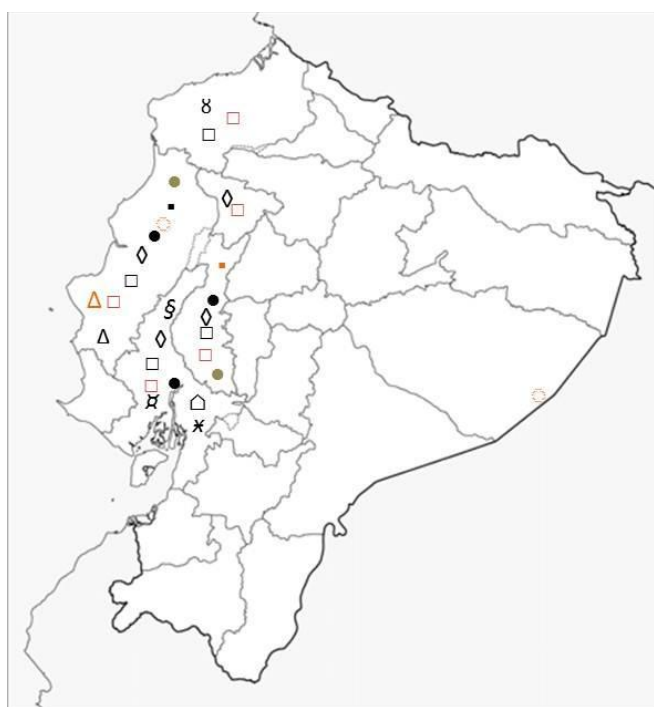
#### Distribución de especies

En la **Figura 12**, se observa que los escoltinos están distribuidos en las cinco provincias donde se realizaron los muestreos en plantaciones de teca, destacando por su presencia en todas las provincias, la especie *Hypothenemus* sp1. (□). La especie *Hypothenemus eruditus* (□) fue registrado en cuatro provincias, mientras que *Premnobius cavipennis* (◇) y *Xyleborus*

*affinis* (●) en tres de las cinco provincias evaluadas. El resto de especies, se registraron solamente una, en cada provincia, con excepción de *X. ferrigenius* (●) que se encontró en dos provincias.

**Tabla 2.** Especies de escarabajos barrenadores encontrados en plantaciones de teca en cinco provincias del Ecuador.

Familias	Subfamilia	Tribu	Subtribu	Género y especie	Hábito alimenticio
Curculionidae	Scolytinae	Corthylini	Corthyliina	<i>Corthylus</i> sp.	Xilema
			Corthyliina		-Micetófago
		Scolytini	Cryphalina	<i>Hypothenemus</i> sp1. <i>Hypothenemus</i> sp2. <i>Hypothenemus eruditus</i> <i>Hypothenemus javanus</i> <i>Hypothenemus seriatus</i> <i>Cryptocarenum</i> sp.	Principalmente ramas, pero algunas especies son micetófagas
		Xyleborini	Xyleborina	<i>Xyleborus affinis</i> <i>Xyleborus ferrigenius</i> <i>Xyleborinus bicornatulus</i> <i>Xylosandrus curtulus</i> <i>Sampsonius dampfi</i>	Xilema -Micetófago
		Premnobiini	Premnobiina	<i>Premnobius cavipennis</i>	Xilema -Micetófago
	Platypodinae				Xilema -Micetófago
<b>Bostrichidae</b>					



□	<i>Corthylus</i> spp.
⊗	<i>Hypothenemus</i> sp2
§	<i>Sampsonius dampfi</i>
⊗	<i>Xyleborinus bicornatulus</i>
⊗	<i>Hypothenemus seriatus</i>
△	Platypodine
△	Corthyliina
●	<i>Xyleborus ferrigenius</i>
■	<i>Xylosandrus curtulus</i>
■	<i>Cryptocarenum</i>
○	<i>Hypothenemus javanus</i>
●	<i>Xyleborus affinis</i>
◇	<i>Premnobius cavipennis</i>
□	<i>Hypothenemus eruditus</i>
□	<i>Hypothenemus</i> spp.

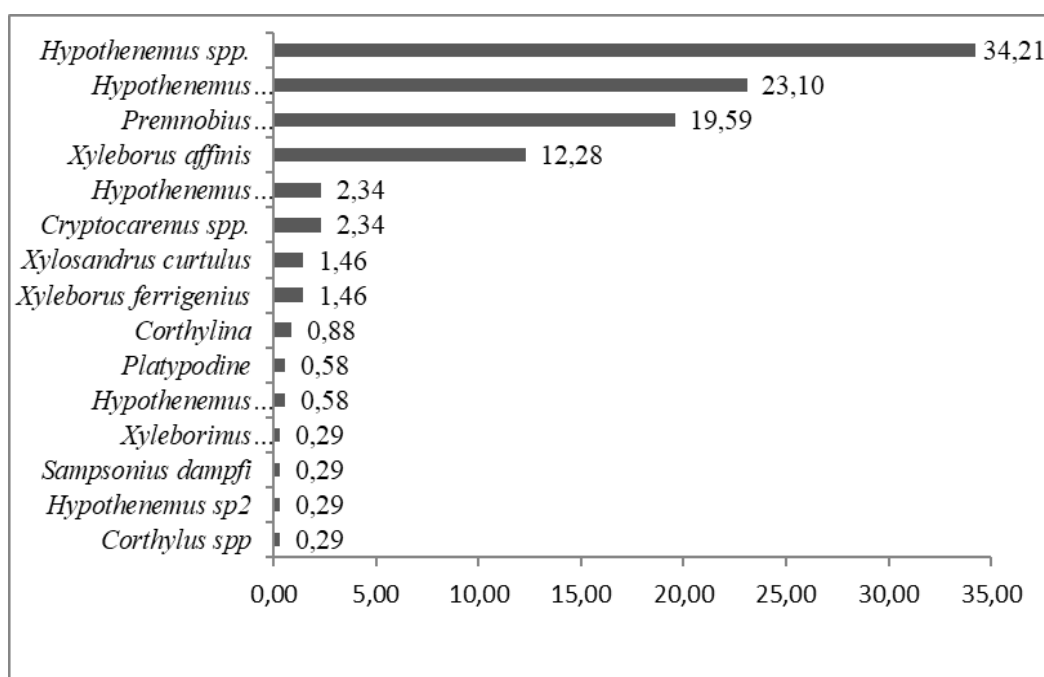
**Figura 12.** Mapa de Ecuador con la distribución de especies de escolítinos en cinco provincias del Ecuador.

En la **Tabla 3**, se observa que, la provincia con mayor número de especies de escolítinos fue Manabí, con nueve especies, mientras que, en Santo Domingo de los Tsáchilas, se reportó el menor número, con apenas dos especies.

**Tabla 3.** Distribución de especies de escolítinos en cinco provincias del Ecuador.

Especies de Scolytinae	Provincias evaluadas				
	Manabí	Los Ríos	Guayas	Esmeraldas	Santo Domingo de los Tsáchilas
<i>Corthylus</i> sp.			X		
<i>Corthylina</i>	X				
<i>Hypothenemus</i> sp1.	X	X	X	X	X
<i>Hypothenemus</i> sp2.				X	
<i>Hypothenemus eruditus</i>	X	X	X	X	
<i>Hypothenemus javanus</i>	X				
<i>Hypothenemus seriatus</i>			X		
<i>Cryptocaremus</i>	X				
<i>Xyleborus affinis</i>	X	X	X		
<i>Xyleborus ferrigenius</i>	X	X			
<i>Xyleborinus bicornatulus</i>			X		
<i>Xylosandrus curtulus</i>		X			
<i>Sampsonius dampfi</i>			X		
<i>Premnobius cavipennis</i>	X	X	X		X
Platypodine	X				
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

Las especies de escolítinos encontradas con más frecuencias en las trampas de alcohol fueron las de las especies *Hypothenemus* sp1. (34,21%), *H. eruditus* (23,10%), *Premnobius cavipennis* (19,56) y *Xyleborus affinis* (12,28%). El resto de especies registradas no superaron el 3% de frecuencia (**Figura 13**).



**Figura 13.** Frecuencia relativa de especies de escolítinos encontradas en Ecuador.

### **Características de los barrenadores de teca identificados**

Los escarabajos barrenadores de teca, reportados en las provincias involucradas en esta investigación, están ubicados en dos subfamilias de la familia Curculionidae (Scolytinae y Platypodinae), siendo la familia Scolytinae la que, tiene la mayor cantidad de especies encontradas. A continuación, se hace una breve descripción de las principales características de los grupos reportados en teca:

#### **Subfamilia Scolytinae**

Es la más diversa y abundante. Sus miembros se caracterizan por su tamaño pequeño 1-6 mm y cuerpo cilíndrico. Antenas cortas y terminadas en maso, además, presentan una espiga larga en el ápice de la tibia anterior.

#### **Tribu Corthylini**

##### **Subtribu Corthylina**

Escarabajos de largo pronoto, antenas con largas setas, declive del macho con armadura, velloso reducida, todas las especies de esta subtribu son ambrosiales, es decir que se alimentan del hongo que cultivan en las galerías.

##### **Tribu Scolytini**

Pronoto aplanado, cabeza saliente, protibia con un gancho en la punta. Élitros entre planos y ligeramente curvos.

##### **Subtribu Cryphalina**

Escarabajos de distribución mundial, con mayor diversidad en Asia y Oceanía. Usualmente con setas largas, tarsos con último segmento bilobulado. Estos insectos se alimentan principalmente de corteza y medula en ramas y endospermo de semillas, pero algunas especies son micetófagas.

##### **Tribu Xyleborini**

Escarabajos con cabeza cubierta por el pronoto. Protibia usualmente plana con más de seis denticulos. Casi todos son de comportamiento ambrosial, viviendo en simbiosis con sus hongos.

##### **Subtribu Xileborina**

Club de la antena de forma aplanada, con el primer segmento antenal fuertemente esclerosado. Pronoto fuertemente convexo, con asperezas en el declive.

##### **Tribu Premnobiini**

Existen criterios sobre si esta tribu de origen africano, es en realidad una subtribu parte de Xyleborini (Atkinson y Equiua, 1985) o Ipsiini (Bateman et al., 2017). Sin embargo, otros autores, la ubican como una tribu independiente, cuya característica principal es el club de la antena, muy aplanado y la pregula, situada al ras de la superficie ventral de la cabeza. Todas las especies tienen comportamiento ambrosial (Rabaglia et al., 2006; Bright, 2021).

#### **Subfamilia Platypodinae**

La gran mayoría de especies con hábito ambrosial en los bosques y plantaciones forestales del mundo, pertenecen a las subfamilias Scolytinae y Platypodinae. Los individuos de esta última subfamilia se caracterizan porque su cabeza es igual de ancha que el pronoto, el que tiene una constricción lateral en el medio. El club de la antena carece de suturas y el tarso

uno, es más largo que, los tarsos del dos al cinco combinados y también más largo que la tibia.

#### **Familia Bostrichidae**

Esta familia agrupa especies de tamaño diminuto a pequeños (2 a 24mm). Forma característica, la mayoría desde amplia, pero mayormente estrecha y cilíndrica. Con élitros de lados paralelos, la cabeza inclinada hacia abajo y aparentemente en la superficie ventral del protórax, casi o completamente oculta en vista dorsal; pronoto globoso y tuberculado o con dientes rugosos en la porción anterior. Mazo antenal con 3 ó 4 segmentos a menudo separados y con crecimiento a un lado. Color marrón, café oscuro a negro. Tarso 5-5-5 a menudo con el primer segmento pequeño.

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

##### **Estrategias de monitoreo**

Para el cumplimiento de esta actividad fue necesario el desarrollo de estrategias de monitoreo de escolítinos en plantaciones comerciales de teca. Una de ellas, es la observación directa de las perforaciones en el árbol. Otra técnica es la utilización de trampas de intercepción de vuelo y uso de troncos de madera sana (troncos “trampa” o “centinela”), que continuación se describen.

**Observación directa:** Se deberá revisar aleatoriamente los árboles de teca, determinado en ellos la presencia o ausencia de perforaciones, con lo cual se establece el porcentaje de infestación. Paralelamente, en aquellas plantaciones que evidencien daño por “muerte regresiva” se deberá efectuar un muestreo direccionado, seleccionando dos árboles con sintomatología de la enfermedad, a los cuales se les realizará una revisión externa y visual a lo largo del tronco, contabilizando el número de perforaciones por árbol. En algunas ocasiones, la evaluación se facilita por la presencia de aserrín en los troncos (**Figura 11**). Cuando se evidencien perforaciones, será necesario proceder a descascarar esa zona con la finalidad de constatar la presencia de la perforación de la madera o se trata de un descortezador, en cuyo caso el daño es superficial. Para el caso de la “muerte regresiva” son importante aquellos perforadores de la madera.



**Figura 14.** *Árbol de teca con sintomatología de la enfermedad “muerte regresiva”, evidenciando la presencia de aserrín a causa de perforaciones de Scolytinae.*

**Trampas de intercepción de vuelo:** El uso de trampas de atracción, permite la captura de una diversidad de adultos Scolytinae asociadas a las plantaciones de teca. Esta se puede construir, utilizando una botella plástica reciclable de un litro de capacidad, a la cual se le realiza una abertura de 9 x 17 cm, que servirá de entrada para los barrenadores (**Figura 15**). En su interior se colocará como atrayente 100 mL de alcohol etílico en gel (desinfectante de manos), que es apropiado por su mayor conservación en campo (**Figura 16**).

La trampa debe ser colocada a 1 m del suelo, sostenida con alambre en el fuste del árbol



**Figura 15.** *Trampa de intercepción de vuelo, fabricada con botella plástica de un litro de capacidad con abertura para la entrada de los barrenadores.*



**Figura 16.** *Colocación de 100 mL de alcohol etílico en gel (desinfectante de manos), en la trampa de intersección de vuelo.*

escogido (**Figura 17**). Veinticuatro horas después de colocadas las trampas, deberán ser revisadas para observar la diversidad de escarabajos (**Figura 18**) e inmediatamente recuperar los especímenes capturados, que serán conservados en frascos conteniendo alcohol 96%.



**Figura 17.** *Trampa de intersección de vuelo, sujeta con alambre en el fuste de un árbol de teca a un metro del suelo.*



**Figura 18.** *Resultado de la diversidad de escarabajos de la madera atraídos por el alcohol en gel y capturados en las trampas.*

En laboratorio se deberá realizar la separación y conteo del número de individuos de Scolytinae capturados. En esta investigación se determinó que, de un total de 1202 especímenes de Scolytinae capturados en 300 trampas colocadas a 1 y 2 metros de altura del suelo; el 59% fueron capturados en trampas ubicadas a 1 m y el restante 41% en trampas

ubicadas a 2 m del suelo. Con el uso de estas trampas se pueden capturar de 10 a 12 escarabajos (mayoritariamente escolitidos) en las primeras 24 horas de exposición de la trampa. Esto sucede por la atracción que ejerce el alcohol etílico sobre este grupo de coleópteros.

**Uso de troncos “trampa” o “centinela”:** Otra técnica de monitorear y capturar escarabajos de la corteza y de ambrosia asociados a teca y otras especies forestales, utilizada fue aquella de “troncos centinelas”, que son secciones de troncos de aproximadamente 20 cm de longitud, cortados de las ramas o tronco de un árbol sano (**Figura 19**).



**Figura 19.** Preparación de troncos trampa o “centinela” de 20 cm de longitud, libre de la enfermedad “Muerte regresiva”.

Previo a su colocación en la plantación, se recomienda retirar la corteza de los troncos y sumergirlo en alcohol etílico 70% por 60 segundos (**Figura 20**). Dejarlos en reposo por aproximadamente cinco minutos (**Figura 21**), luego de lo cual, estarán listos para ser distribuirlos en la plantación. Estos troncos “centinela”, deben ser colocados a 1m de altura del suelo, sostenidos con alambre (**Figura 22**), a la espera que, sean libremente colonizadas por hembras adultas de los Scolytinae.



**Figura 20.** Tratamiento con alcohol etílico 70% de los troncos “centinela” descortezados previo a su colocación en la plantación.



**Figura 21.** Troncos “centinelas” descortezados listos para ser ubicados en la plantación de teca.



**Figura 22.** Troncos “centinelas” colgados a 1m de altura del suelo y sostenidos con alambre dentro de una plantación de teca.

Es importante considerar que, estos barrenadores responden positivamente a la liberación de volátiles al ambiente por parte de la planta hospedera, que, al combinarse con olores alcohólicos, le sirven de orientación en la búsqueda de su hospedero; por lo que, al descortezar los troncos trampas “centinelas” y sumergirlos en alcohol, se favorece la concentración de estos organismos en las trampas (**Figura 23**). Hemos reportado con este método hasta 45 adultos de Scolytinae, a los 15 días de su colocación en las plantaciones. Mientras que, cuando no se usa alcohol ni se descortezan, este número disminuye a cuatro individuos. Con relación al tiempo de permanencia de las trampas en campo, se ha determinado que, la cantidad de individuos capturados a los 30 días, es similar a aquella obtenida a los 15 días de permanencia en campo. Luego de este periodo en campo, se retiran las trampas y se procede a su revisión en laboratorio para contabilizar los individuos capturados por tronco “centinela” (**Figura 24**).



**Figura 23.** Estado de los troncos “centinelas” retirados del campo 30 días después, mostrando abundantes perforaciones y aserrín provocadas por insectos Scolytinae.



**Figura 24.** Diversidad de insectos Scolytinae recuperados de un tronco “centinela” retirado del campo 30 días después de permanecer en una plantación de teca.

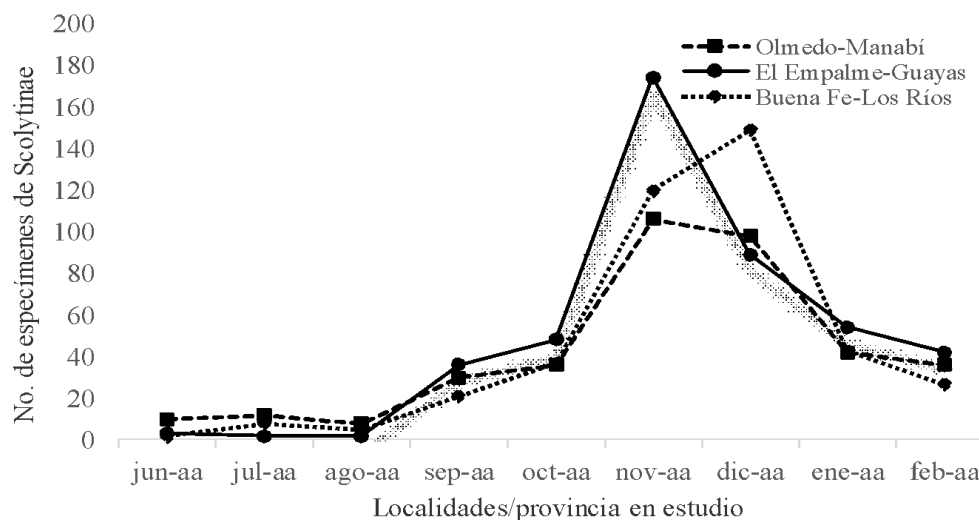
Estas técnicas de monitoreo, se pueden implementar en las mismas parcelas de monitoreo permanente que las plantaciones de teca tecnificadas, mantienen en sus lotes. No obstante, también en aquellas otras plantaciones que, no hagan ese registro, se pueden colocar un mínimo de 10 trampas de alcohol y/o 10 trampas de troncos “centinela” en áreas de 1-10 ha. Para la observación directa, se pueden escoger aleatoriamente 10 sitios de muestreo, en cada uno de los cuales, se debe revisar los troncos de 10 árboles en busca de evidencias de presencia de escolítinos (orificios y aserrín).

#### **Fluctuación poblacional de Scolytinae**

Cuando estudiamos la fluctuación poblacional de los Scolytinae asociados a tres plantaciones, establecidas, cada una con un régimen pluviométrico distinto en las zonas de



Olmedo-Manabí (1150 mm), El Empalme-Guayas (1900 mm) y Buena Fe-Los Ríos (2780 mm), observamos un alto sincronismo de la dinámica de las poblaciones de estos organismos, en los tres regímenes pluviométricos. Las mayores poblaciones se presentan para las tres localidades, en los meses secos de noviembre y diciembre. A partir de enero, las poblaciones comienzan a decrecer, presentándose en junio, julio y agosto las más bajas poblaciones de



estos barrenadores (**Figura 25**).

**Figura 25.** Dinámica poblacional de barrenadores de la madera (*Curculionidae: Scolytinae*), asociado a plantaciones de teca en tres provincias del Ecuador.

#### Daño

Por ser un grupo de insectos que desarrolla gran parte de su vida en el interior de los troncos (**Figura 26**), los miembros de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae, tienen el potencial de causar daños directos cuando infestan y construyen galerías en teca (**Figura 27**).



**Figura 26.** Sección de tronco de teca mostrando galerías ocupadas por larvas de Scolytinae (*Curculionidae*), cumpliendo su biología en el interior de la madera.



**Figura 27.** Sección de tronco de teca mostrando abundantes galerías provocadas por insectos barrenadores de la subfamilia Scolytinae (*Curculionidae*).

Este daño, se traduce en perjuicio económico al productor, al no poder obtener y comercializar la madera sana (**Figura 28**), dando como resultado trozas que se infestan fácilmente con la presencia de barrenadores que forman galerías y/o insectos presentes que desvalorizan la madera (**Figura 29**). Por otro lado, los orificios y heridas causados por estos escarabajos, se convierten en vía de entrada para bacterias y hongos oportunistas.



De evaluaciones realizadas en segmentos de troncos de 20 cm de longitud, provenientes de árboles con evidencia de perforaciones en plantaciones de teca (**Figura 30**), localizadas en el Litoral ecuatoriano, determinamos un promedio de 4,35 perforaciones, conteniendo 0,5 larvas (**Figura 31**), 0,1 pupas (**Figura 32**) y 1,8 adultos (**Figura 33**), por sección de tronco de teca. No obstante, estos valores pueden llegar hasta un máximo de 67 perforaciones, con 7 larvas, 2 pupas y 24 adultos de Scolytinae en algunas muestras (**Figura 34**).



**Figura 30.** Secciones de troncos de teca de 20 cm con evidencia de perforaciones provocadas por insectos barrenadores de la subfamilia Scolytinae (Curculionidae), para evaluación en laboratorio.



**Figura 31.** Larva de insecto barrenador de la subfamilia Scolytinae, presente en galerías.

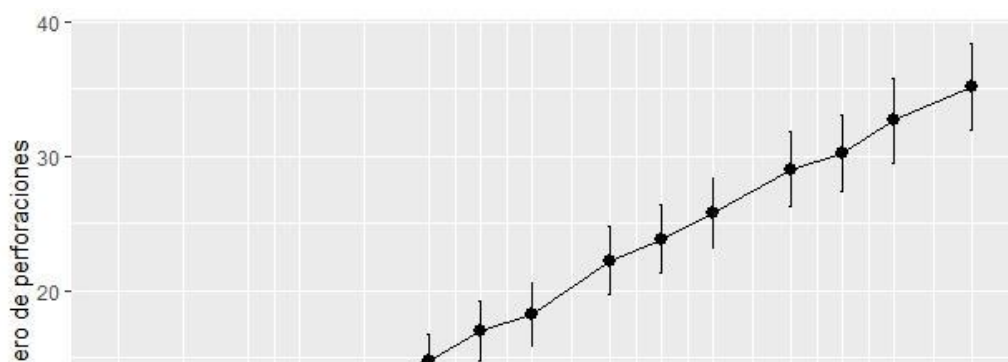


**Figura 32.** Pupa de insecto barrenador de la subfamilia Scolytinae, presente en galerías.

Estos resultados fueron corroborados en laboratorio, donde al confinar en jaulas entomológicas, troncos sanos con troncos infestados (**Figura 35**), con una especie de *Xyleborus* sp. (Curculionidae: Scolytinae), logramos estudiar la dinámica de incremento de perforaciones provocadas por este barrenador en troncos de 20 cm. Los resultados indican que, estos barrenadores tienen una alta velocidad de establecimiento y colonización, observándose que, hasta los 45 días de confinamiento, las perforaciones pasaron de un promedio de 4,6 a 35,15 perforaciones en apenas 33 días (**Figura 36**).

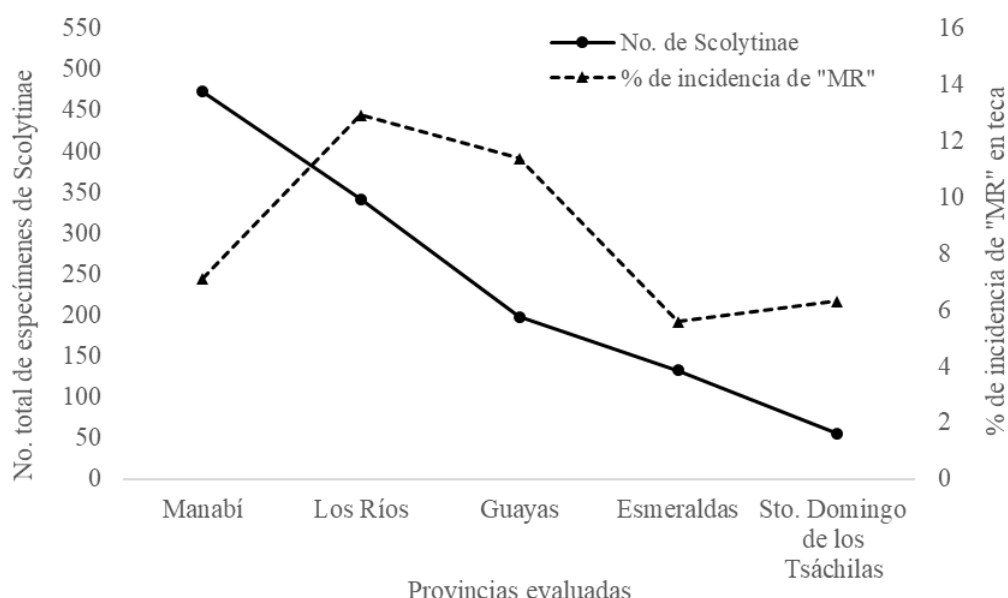


**Figura 35.** Troncos sanos de teca confinados con troncos infestados con una especie de barrenador Scolytinae (Curculionidae), para estudiar la dinámica de sus perforaciones.



**Figura 36.** Dinámica del incremento de perforaciones (valores promedio) provocadas por una especie de barrenador *Xyleborus* sp. (Curculionidae: Scolytinae), en troncos centinelas ubicados en jaulas entomológicas EEP, 2020-2021.

No obstante, el mayor peligro sucede en las infestaciones de escoltinos con hábitos ambrosiales, cuyo hongo simbionte es patógeno. Este fenómeno podría estar ocurriendo en las plantaciones de teca del Ecuador, en el caso de la “muerte regresiva”. Al respecto, cuando relacionamos las poblaciones promedio de adultos de Scolytinae capturados en trampas de botellas plásticas con atrayente de gel alcohólico, con el porcentaje de incidencia de “muerte regresiva”, en plantaciones de teca, localizadas en varias provincias del Litoral ecuatoriano, observamos un paralelismo entre las poblaciones de estos Scolytinae con la incidencia de “muerte regresiva”, en las provincias de Los Ríos, Guayas, Esmeraldas e incluso Esmeraldas. Diferenciándose únicamente la provincia de Manabí, donde si bien es cierto, se presentaron las mayores poblaciones totales de Scolytinae, contrariamente se reportó una baja incidencia de la “muerte regresiva” en las plantaciones evaluadas (**Figura 37**). Esto es posible se deba, a que la combinación de las condiciones ambientales de la provincia, caracterizada por la menor precipitación, alta temperatura, alta humedad relativa y mayor heliofanía, no le son favorable al desarrollo de esta enfermedad en teca.



**Figura 37.** Relación de las poblaciones de adultos de Scolytinae capturados en trampas de botellas plásticas con atrayente de gel alcohólico, con el porcentaje de incidencia de “Muerte regresiva”, en plantaciones de teca de las principales provincias productoras del Litoral ecuatoriano.

### Controladores biológicos

El control biológico natural, es un factor de mortalidad presente también en barrenadores de la corteza. De acuerdo a lo observado en esta investigación, se pudo constatar la presencia en plantaciones de teca, de escarabajos de la familia Histeridae (**Figura 38**) que, han sido reportados como importantes depredadores de insectos barrenadores.



**Figura 38.** Adulto de individuo de la familia Histeridae, colectado en Portoviejo, Manabí.

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

**Resultados Fase 1. Transmisión en campo**

En los estudios realizados a nivel de campo y laboratorio, se pudo determinar la presencia de microorganismos causante de la enfermedad “muerte regresiva”, en las galerías efectuadas por barrenadores de la subfamilia Scolytinae, en trocos “centinela” ubicados en tres zonas del Litoral ecuatoriano (**Tabla 4**). Así mismo, se ha determinado la presencia de estos organismos en los macerados de estos insectos barrenadores de teca (**Figura 39**).

**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).

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>	



**Figura 39.** Macerados obtenidos con insectos barrenadores Scolytinae (Curculionidae), presentes en galerías de troncos “centinela” ubicados en plantaciones de teca de tres provincias del Litoral ecuatoriano.

**Resultados Fase 2. Laboratorio**

A nivel de laboratorio (**Figura 40**), se logró corroborar estos resultados, confinando en la misma jaula entomológica un tronco infestado con *Xyleborus* sp. y cuatro troncos limpios (libre de “MR”). Previo al confinamiento, se verificó que el tronco barrenado tenía la

presencia de los microorganismos antes citados en sus galerías. A partir de este momento se evaluó un tronco cada 10 días, determinando en ellos, la presencia de mismos microorganismos citados en la **Tabla 4**, tanto en sus galerías y el cuerpo de los Scolytinae.



**Figura 40.** Prueba de laboratorio para determinar la capacidad de dispersión de microorganismos causante de la “Muerte regresiva, por parte de insectos barrenadores Scolytinae (Curculionidae).

Los resultados permitieron confirmar que, los hongos determinados en el tronco inicialmente infestado, fueron los mismos reportados en los cuatro troncos invadidos por estos barrenadores.

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

Durante el 2021, se realizaron varias acciones de difusión de los resultados del proyecto:

##### **Se escribió el siguiente libro**

Vera, D.; Cañarte, E.; Navarrete, B.; Espinoza, G.; y Borja, E. 2021. Manejo integrado de la enfermedad “muerte regresiva” en teca (*Tectona grandis* L.f.). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ecuador. Manual Técnico No. 120, 124p. Versión impresa y online en repositorio INIAP.

##### **Escritura de artículo científico**

Navarrete-Cedeño, B.; Cañarte-Bermudez, E.; Vera-Coello, D.; Pinargote-Borrero, A. y Limongi-Andrade, R. (2021). “Troncos trampa” para la atracción de escarabajos de ambrosía en plantaciones de teca. *Revista ESPAMCIENCIA* 11(1):1-11. (**publicación**).

##### **Escritura de poster para el XV World Forestry Congress**

Vera, D.; Cañarte, E.; Navarrete, B.; Solís H.; Muñoz, X; Peñaherrera, S y Borja, E. (2022) Organisms associated with “die-back” disease and its potential beetle dispersers in main productive zones of teak (*Tectona grandis* L.f.) in Ecuador

##### **Capacitación**

Cañarte, E (2021). Mediante una visita en campo, se dio asistencia a productores y técnicos extensionistas del Consejo provincial de Manabí, involucrados en la producción de teca. Junín, Manabí. 29 de octubre de 2021. Modalidad presencial.

#### **Evento de cierre del proyecto**

Cañarte, E. (2021). Participación en evento de clausura del proyecto 2017/ SPE/0000400109 “Etiología de la principal enfermedad de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”, gestionado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y financiado por la Unión Europea. Jueves 24 de junio del presente. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo provincia Los Ríos.

#### **CONCLUSIONES**

Fueron identificadas quince especies de barrenadores de la madera de teca en las cinco provincias evaluadas del Litoral ecuatoriano, de las cuales la subfamilia Scolytinae con catorce especies, se destacó por su riqueza, en comparación a una especie de la subfamilia Platypodinae. La subfamilia Scolytinae fue también la más abundante, siendo que el 76% de los individuos capturados en trampas, correspondieron a esta subfamilia.

La mayoría de especies de barrenadores identificadas, pertenecen a tribus, cuyo hábito alimenticio es xilema-micetófago, caracterizados por la construcción de galerías donde crían a su descendencia, que alimentan con un hongo simbiote transportado en su cutícula (micangios), y se los conoce como escarabajos ambrosiales.

El trampeo masivo, utilizando trampas de intercepción o troncos trampa “centinela” sin corteza y sumergidos en alcohol, permite la concentración en estos troncos trampas, de barrenadores visitantes de las plantaciones de teca.

Otro aspecto a considerar es que, este grupo de insectos, tiene la característica de ser atraídos por terpenos, alcoholes y otras sustancias volátiles emitidas por el tejido recién cortado o muerto; por lo que, sitios de podas, raleos y cortes, pueden constituirse en fuente de atracción de escarabajos.

El régimen pluviométrico de las zonas de plantación de la teca, no interfirió en el ritmo del crecimiento poblacional de insectos barrenadores de la madera de la subfamilia Scolytinae; presentándose las mayores poblaciones en los meses secos de noviembre y diciembre.

Los hongos patogénicos identificados en las galerías, son los mismos identificados en el cuerpo de los Scolytinae, lo que sugiere que estos barrenadores juegan un rol en la dispersión de estos organismos.

Los escolítinos de ambrosia tiene la capacidad de dispersar esporas de estos microorganismos de troncos infectados con “muerte regresiva” a troncos sanos.

Los escarabajos de la corteza y de ambrosia pueden ocasionar pérdidas importantes en plantaciones de teca, ya sea por daño físico o por daño indirecto relacionado con su capacidad de dispersar esporas de hongos fitopatógenos

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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

Atkinson, T.H. y Equihua-Martínez, A. (1985). Notes on biology and distribution of Mexican and Central American Scolytidae (Coleoptera). I. Hylesininae, Scolytinae except Cryphalini and Corthylini. *Coleopterists Bulletin* 39, 227–238.

Bateman, C.; Huang, Y.T.; Simmons, D. R.; Kasson, M. T.; Stanley, E. L. y Hulcr, J. (2017). Ambrosia beetle *Premnobius cavipennis* (Scolytinae: Ipini) carries highly divergent ascomycotan ambrosia fungus, *Afroraffaelea ambrosiae* gen. nov. et sp. nov. (Ophiostomatales). *Fungal Ecology*, 25, 41–49.  
<https://doi.org/10.1016/j.funeco.2016.10.008>

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

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.

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

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/>.



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

**Responsable:**

Dr. Ernesto Cañarte B. (Entomología EEP).

**Colaboradores:**

M.Sc. Bernardo Navarrete C. (Entomología EEP).  
Ing. Rafael Sotelo (Técnico contratado FAO) (hasta septiembre de 2021).  
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 Tápia (DENAREF-EESC).  
Dr. Álvaro Monteros (DENAREF-EESC).  
Mg. Wilmer Ponce (Laboratorio de Bromatología EEP).  
Mg. Benny Avellán (Transferencia EEP).  
Gilmar Jesús Cañarte C. (Tesista de pregrado UTM)  
Luis Fernando Días T. (Tesista de pregrado UTM)  
Carlos Eddy Alvarado Zamora (Tesista de pregrado UTM)  
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, 2018a). La actividad algodonera en Ecuador, ha estado orientada a proporcionar materia prima para la industria textil, aceites y grasas. 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, 2018a).

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, mientras que la demanda de la industria local, se sitúa en alrededor de 20.000 TM anuales de fibras (INIAP, 2018), 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, 2018a).

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).

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 Algodonnero 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 algodonnero 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 Algodonnero 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, 2009a; 2019b; 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 (2021)

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.).

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.

Evaluar el comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón “BRS-336” con tecnologías de manejo bajo las condiciones de campo de productor.

Medir la respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor.

Determinar el comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de diez accesiones de algodón nativo *Gossypium* spp. de colores bajo un régimen de manejo tecnológico en las condiciones del Valle del Río Portoviejo.

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

## METODOLOGÍA

Durante el 2021, 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. Plan de regeneración de accesiones del género *Gossypium* spp. conservado en el banco de germoplasma del INIAP y nuevas recolecta en Ecuador**

#### **Subactividad 1.1. Caracterización de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador**

##### **Responsable**

Ph.D. Ernesto Cañarte Bermúdez (responsable del DNPV-Entomología/Tutor de tesis de Maestría).

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

##### **Colaboradores:**

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico FAO-INIAP) (Hasta septiembre de 2021)

Ph.D. César Tápia (DENAREF-EESC)

Ph.D. Álvaro Monteros (DENAREF-EESC)

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 algodonera 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.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Determinar la diversidad genética de la colección de algodón *Gossypium* spp. colectada en las provincias de Guayas y Manabí, mediante la caracterización física de su fibra.

### Objetivo específico

Determinar las características físicas de la fibra de 37 accesiones de la colección de algodón *Gossypium* spp.

## METODOLOGÍA

El protocolo “Caracterización de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador”, 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 del Comité Técnico N°015 y Acta de Aprobación N°17 de fecha 15 de octubre de 2019.

### Ubicación

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 estudio se lo realizó tomando como base la colección de algodón, que está constituida por 36 accesiones de algodón del género *Gossypium*, provenientes de colectas, efectuadas en cantones de la provincia de Manabí y Guayas durante el año 2018. Adicionalmente, se incluyeron para este estudio fibra de otras tres variedades comerciales de algodón.

### Procedimiento

Dentro de la actividad “caracterización de la colección de algodón”, durante este 2021, se tenía previsto realizar un análisis de las características físicas de la fibra de algodón de las accesiones de esta colección. Para esto, del material cosechado en la colección durante este 2021, fue seleccionada inicialmente una muestra de 500 gramos de las 34 accesiones de algodón *Gossypium* spp. que presentaban fibra en el campo. Posteriormente, fue desmotada y de este producto, se seleccionó y pesó una muestra de 120 gramos de fibra.

Adicionalmente, se incluyó fibra de tres variedades de algodón comercial *Gossypium hirsutum*; dando un total de 37 muestras.

## RESULTADOS

En la **Tabla 5**, se presenta la referencia de las 37 muestras de algodón, con la finalidad que se realice los respectivos análisis físicos de la fibra. Estas fueron trasladadas hasta el DENAREF, en la Estación Experimental Santa Catalina, en fecha 19 de octubre de 2021 y desde ahí fueron enviadas a los laboratorios de calidad de la empresa Vicuña, responsable del servicio de análisis, respectivo. Hasta el cierre de este informe aún no se cuenta con los resultados de estos análisis que, serán financiados por FAO a través del proyecto +Algodón Ecuador.

**Tabla 5.** Referencia de 37 muestras de fibra de algodón procedentes de la colección mantenida en campo en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, para análisis de calidad. 2021.

No. de muestra	Código	Especie	Peso de fibra (g)
1	ECGPRSMV-001	<i>Gossypium hirsutum</i>	120
2	ECGPRSMV-002	<i>Gossypium hirsutum</i>	120
3	ECGPRSMV-003	<i>Gossypium hirsutum</i>	102
4	ECGPRSMV-004	<i>Gossypium barbadense</i>	120
5	ECGPRSMV-005	<i>Gossypium barbadense</i>	120
6	ECGPRSMV-006	<i>Gossypium barbadense</i>	120
7	ECGPRSMV-007	<i>Gossypium barbadense</i>	120
8	ECGPRSMV-008	<i>Gossypium barbadense</i>	120
9	ECGPRSMV-009	<i>Gossypium hirsutum</i>	120
10	ECGPRSMV-010	<i>Gossypium hirsutum</i>	120
11	ECGPRSMV-011	<i>Gossypium barbadense</i>	120
12	ECGPRSMV-012	<i>Gossypium barbadense</i>	120
13	ECGPRSMV-013	<i>Gossypium barbadense</i>	120
14	ECGPRSMV-014	<i>Gossypium barbadense</i>	120
15	ECGPRSMV-015	<i>Gossypium barbadense</i>	120
16	ECGPRSMV-016	<i>Gossypium barbadense</i>	120
17	ECGPRSMV-017	<i>Gossypium barbadense</i>	120
18	ECGPRSMV-018	<i>Gossypium barbadense</i>	120
19	ECGPMV-020	<i>Gossypium barbadense</i>	120
20	ECGPMV-021	<i>Gossypium barbadense</i>	97
21	ECGPMV-023	<i>Gossypium barbadense</i>	120
22	ECGPMV-025	<i>Gossypium barbadense</i>	92
23	ECGPMV-026	<i>Gossypium barbadense</i>	120
24	ECGPMV-027	<i>Gossypium barbadense</i>	120
25	ECGPMV-028	<i>Gossypium barbadense</i>	120
26	ECGPMV-029	<i>Gossypium barbadense</i>	120
27	ECGPRSWR-030	<i>Gossypium barbadense</i>	120
28	ECGPRSWR-031	<i>Gossypium barbadense</i>	120
29	ECGPRSWR-032	<i>Gossypium barbadense</i>	107
30	ECGPRSWR-033	<i>Gossypium barbadense</i>	120
31	ECGPRSWR-034	<i>Gossypium barbadense</i>	120
32	ECGPRSWR-035	<i>Gossypium hirsutum</i>	120

33	ECGPRSWR-036	<i>Gossypium barbadense</i>	120
34	ECGPRSWR-037	<i>Gossypium barbadense</i>	120
35	BRS-336	<i>Gossypium hirsutum</i>	120
36	Coker	<i>Gossypium hirsutum</i>	120
37	DP-Acala 90	<i>Gossypium hirsutum</i>	120

### Subactividad 1.2. Colecta de accesiones del género *Gossypium* spp. y conservación del banco de germoplasma de algodón en Ecuador

#### Responsable

Ph.D. Ernesto Cañarte B. (Entomología EEP).

#### Colaboradores:

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

Ing. Rafael Sotelo (Técnico contratado FAO) (hasta septiembre de 2021)

Ing. Geover Peña (Recurso Fitogenético EEP)

Ph.D. César Tapia (DENAREF-EESC)

Ph.D. Álvaro Monteros (DENAREF-EESC)

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

#### Objetivos específicos

Colectar y conservar el 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.

#### METODOLOGÍA

Durante este 2021, no fue posible planificar y realizar colectas de materiales de algodón silvestre, debido a las restricciones motivadas por el COVID-19. Sin embargo, se realizaron varias actividades que hacen referencia a la conservación e incremento del 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. Así como, el ingreso de semilla de algodón al banco de semilla del DENAREF-Quito.

#### RESULTADOS

##### Conservación de la colección de algodón

Durante este año, también se realizó la conservación de la colección de algodón, conformada de 36 accesiones. Se efectuaron las labores básicas de mantenimiento, a través de la fertilización nitrogenada, deshierba, riegos complementarios y controles fitosanitarios. Adicionalmente, en noviembre de 2021, se efectuó una poda de formación de las plantas de cada accesión.

##### Incremento de la colección de algodón *ex situ*



El 07 de septiembre de 2021, se procedió al trasplante de once accesiones de algodón, que fueron colectadas en enero de 2020, en varios cantones rurales de la provincia de Manabí (Tabla 6). Al cierre de este informe los once materiales se encuentran en perfecto estado de crecimiento. Se las ha mantenido con riegos quincenales y dos fertilizaciones nitrogenadas. Además, de tres deshierbas manuales.

**Tabla 6.** Datos básicos de colecta de once accesiones de algodón colectadas en Manabí, Ecuador.

No.	Código	Cantón	Parroquia	Localidad	Altitud	Georreferencia	
						Latitud	Longitud
1	GPRS 041	Pichincha	San Sebastián	El Ají	255	01.02.66,10 S	79.55.49,76 W
2	GPRS 042	Pichincha	Pichincha	Y de Come y Paga	501	00.58.29,48 S	79.52.00,65 W
3	GPRS 043	Jipijapa	Jipijapa	Colón-Quimis	323	01.11.33,71 S	80.32.54,39 W
4	GPRS 044	Montecristi	Montecristi	Los Bajos	558	01.04.44,10 S	80.40.19,10 W
5	GPRS 045	Montecristi	Montecristi	Bajos de la Palma	570	01.04.13,13 S	80.42.37,09 W
6	GPRS 046	Montecristi	Montecristi	Vía El Aromo	442	01.04.14,70 S	80.44.15,60 W
7	GPRS 047	Montecristi	Montecristi	Vía El Aromo	201	00.57.03,10 S	80.44.39,30 W
8	GPRS 048	Rocafuerte	Rocafuerte	Vía Rocafuerte-Manta	73	00.57.20,30 S	80.31.58,90 W
9	GPRS 049	Manta	Manta	Vía San Mateo-Pocochere	142	00.59.78,00 S	80.48.25,98 W
10	GPRS 050	24 de Mayo	Sucre	Los Algodones	100	01.13.40.82 S	80.26.54,96 W
11	GPRS 051	Jipijapa	Jipijapa	Cañitas	209	01.14.21,94 S	80.31.04,12 W

#### Incremento del banco de semilla del DENAREF

En fecha 02 de junio de 2021, fue enviado al DENAREF-Quito, un total de **99621** semillas de algodón, correspondiente a 37 accesiones de la colección de algodón, mantenida en campo en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, para ser ingresadas al banco de semilla que mantiene el DENAREF en la EESC del INIAP. Previo al envío se realizó la respectiva prueba de germinación, que en promedio llegó a 48,62%. Los porcentajes de germinación fluctuaron entre el 84 y 18%, lo cual es extremadamente bajo (Tabla 7). Estos porcentajes de germinación se explican debido al alto contenido de aceite de la semilla de algodón, que la vuelve recalcitrante, haciendo que la semilla pierda rápidamente su poder germinativo, no obstante, estar conservada en cuarto frío.

**Tabla 7.** Referencia del número de semilla y porcentaje de germinación de 37 accesiones de la colección de algodón. Estación Experimental Portoviejo. 2021.

No.	Código	No. de semillas enviadas al DENAREF	% de germinación
1	ECGPRSMV-001	4380	52
2	ECGPRSMV-002	2940	36
3	ECGPRSMV-003	1900	48

4	ECGPRSMV-004	3863	56
5	ECGPRSMV-005	9461	32
6	ECGPRSMV-006	6882	60
7	ECGPRSMV-007	13860	40
8	ECGPRSMV-008	700	84
9	ECGPRSMV-009	1980	32
10	ECGPRSMV-010	7220	44
11	ECGPRSMV-011	5825	84
12	ECGPRSMV-012	5704	48
13	ECGPRSMV-013	2639	60
14	ECGPRSMV-014	1058	80
15	ECGPRSMV-015	4929	52
16	ECGPRSMV-016	3329	32
17	ECGPRSMV-017	1959	48
18	ECGPRSMV-018	1315	68
19	ECGPMV-019	180	18
20	ECGPMV-020	420	35
21	ECGPMV-021	48	20
22	ECGPMV-022	31	20
23	ECGPMV-023	437	64
24	ECGPMV-024	105	18
25	ECGPMV-025	243	32
26	ECGPMV-026	4092	88
27	ECGPMV-027	1400	64
28	ECGPMV-028	1000	64
29	ECGPMV-029	753	24
30	ECGPRSWR-030	2957	40
31	ECGPRSWR-031	1292	84
32	ECGPRSWR-032	2220	48
33	ECGPRSWR-033	1500	56
34	ECGPRSWR-034	117	40
35	ECGPRSWR-035	438	60
36	ECGPRSWR-036	1866	24
37	ECGPRSWR-037	582	44
		<b>Total 99621</b>	<b>48,62%</b>

## CONCLUSIÓN

Por motivos del COVID-19, no fue posible cubrir zonas potencialmente algodoneras en el país, entre ellas la zona norte de Manabí, por lo que se espera alguna fuente de financiamiento para efectuar colectas durante el 2022.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. y Wendel, J. (1999). Cotton: origin, history, technology, and production. John Wiley y 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-al-canzara-31-3-millones-de-hectareas.html>

Empresa Brasileira Pesquisa Agropecuaria-EMBRAPA-Algodao (2009a). BRS 293 Maiores Produtividades em Condições de Altitude. Campina Grande, PB. Plegable CGPE 7918.

EMBRAPA-Algodao (2009b). BRS 286 Cultivar de alta produtividade de pluma de porte baixi, para cultivo no Estado da Bahia. Campina Grande, PB. Plegable CGPE 8064.

EMBRAPA-Algodao (2011). BRS 335 Cultivar de ciclo e porte médio com elevada produtividade de fibra, para cultivo no Estado da Bahia. Campina Grande, PB. Plegable CGPE 9222.

Feng, Ch.; Ulloa, M.; Pérez, M. C. y 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.

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

Gower, J.C. (1971). A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27: 857-874.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP (1979). 17 años al Servicio del Agro Ecuatoriano 1962-1979. Departamento de Comunicación del INIAP-SIP-010. 216p.

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 Forum of Agricultural Robotics-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)

International Union for the Protection of New Varieties of Plants-UPOV (2001). Directrices

para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Algodón (*Gossypium* L.) Ginebra. 26 p.

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).

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. y Gamarra, T. (2009). Fanerogamas del Perú. GRAFICART (Eds.). Trujillo, Perú.1331pp

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.

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 algodón para el desarrollo de la agricultura familiar”: Unidad 1. Tendencias y perspectivas regionales y globales del sector algodón. 55 p.

----- (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>

----- (FAO) y la Cooperación Internacional Brasil. (2017). *El estado de arte del sector algodón en países del Mercosur y asociados*.

Pérez, C.; Tovar, M. del R.; Obispo, Q.; Legorreta, F. y 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 Resúmen, 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.

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. Capítulo 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. y 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.

Sión, F. 1992. Manual del Cultivo del Algodón. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Portoviejo. INIAP-EEP. Portoviejo, Ecuador. Manual No. 6. 24p

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. 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.

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

**Actividad 2. Determinar el efecto de bioherbicidas para el control de malezas en algodón (*Gossypium hirsutum* L.)**

### Responsables

Ph.D. Ernesto Cañarte Bermúdez (responsable del DNPV-EEP/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

M.Sc. Bernardo Navarrete C. (Entomología)

Ing. Rafael Sotelo P. (Técnico FAO-INIAP)

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 y representando el 40% del mercado mundial. Es sembrada en más de 100 países, con aproximadamente 31,3 millones de hectáreas en 2017. Sobresalen por su superficie: India, China, Estados Unidos, Pakistán y Brasil, que participan con el 80% de la producción (ICAC, 2017; FAO, 2018a), mientras que, Australia y Egipto producen el algodón de mejor 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.

El Ecuador ha sufrido una progresiva merma de la producción nacional de algodón. Factores económicos y eventos climáticos, “han llevado a la casi desaparición del cultivo en la provincia de Manabí” (FAO, 2018b). Las estadísticas, indican que, el área pasó de 36.000 ha en 1974 a 1.800 ha en el 2016, con una producción aproximada de 5.000 TM, a un costo de producción de 1.425 dólares/ha, siendo el déficit local 20.000 TM anuales de fibra (INIAP, 2018), que es cubierta con la importación desde Estados Unidos y Asia 14.853 TM<sup>11</sup>, como se reportó en 2017.

Los productores de algodón ecuatoriano son definidos como agricultores familiares en transición hacia la diversificación, manteniendo áreas pequeñas de cultivo. El 80% son 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 centra principalmente, en la falta de semilla de variedades de alto rendimiento, manejo inadecuado del cultivo y bajos precios internacionales (MAG, 2018). Otros factores como los abióticos, y agronómicos, también causan pérdidas al productor (Agrobio, 2017).

Adicionalmente, el cultivo de algodón es altamente susceptible a la interferencia de malezas, que afectan el rendimiento y su producción, incrementando los costos. Se ha reportado que, el manejo inadecuado de las malezas, pueden llegar a causar pérdidas de hasta 86% de la productividad en este cultivo (Sión, 1992). Entre las malezas de mayor importancia se mencionan *Amaranthus* spp. (bledos), *Echinochloa colonum* (paja de poza), *Eleusine indica* (paja de burro), *Portulaca oleracea* (verdolaga), *Cynodon dactylon* (bermuda), *Cyperus rotundus* (coquito), *Ipomoea* spp. (bejucos), entre otras. Por otro lado, 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, para que el cultivo sea capaz de competir efectivamente con las plantas indeseables, durante el periodo crítico que varía de 4 a 10 semanas.

---

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

Una alternativa para disminuir la competencia de las malezas con los cultivos, son los bioherbicidas. Al respecto, se conoce que, aquellas sustancias obtenidas de los ácidos grasos, son capaces de inhibir el normal funcionamiento de cualquier planta que toquen y están formulados en base a aceites vegetales, que, actúan por contacto de manera no selectiva (Aslani et al., 2007). Con relación al ácido acético del vinagre, su actividad es marchitar las plantas, por lo que, su efecto como herbicida natural en el control ciertas malezas, es usado en la producción orgánica de cultivos (Coffman et al., 2004). Esta sustancia, entra en contacto con el tejido, destruyendo las partes verdes y desecando el tejido vegetal (Webbler y Shrefler, 2006); no es selectivo y se reportar efectividad en el control de malezas de hojas anchas y gramíneas (Webber et al., 2009; Evans et al., 2011). Adicionalmente, Evans et al. (2011), sostienen que, el vinagre en dosis y concentración altas, causa efectos pre-emergentes sobre las arvenses, inhibiendo la germinación de las plantas dañinas en un 75%. Sin embargo, dependiendo de su uso, puede también dañar al cultivo objetivo (Pujiswanto et al., 2009). Según Montero et al. (2017), el ácido acético, es aplicado en la agricultura orgánica como herbicida de contacto, cuyo efecto sobre las malezas es similar al herbicida químico paraquat.

Es importante considerar que, en el país, existen una diversidad de sustancias con posibles propiedades bioherbicidas. Se pueden mencionar la producción de vinagre (ácido acético), a base de la fermentación de varios productos, siendo el más común el banano, además, de la extracción del aceite de piñón (*Jatropha curcas*) e higuera (*Ricinus communis*); los cuales reportan fitotoxicidad. Con estos antecedentes, surge la necesidad de estudiar el posible efecto bioherbicida de estas sustancias, entre ellas el vinagre y aceites vegetales, como alternativas para mitigar el efecto negativo de las malezas en el cultivo de algodón, promoviendo opciones sostenibles y sustentables, amigables con el ambiente

## OBJETIVOS

### 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 higuera en tres concentraciones sobre las malezas presentes en el cultivo de algodón.

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

Medir la respuesta de las principales variables agroproductivas del algodón a la aplicación de bioherbicidas en tres concentraciones sobre las malezas.

## METODOLOGÍA

El protocolo "Determinar el efecto de bioherbicidas para el control de malezas en algodón (*Gossypium hirsutum* L.)", fue elaborado en conjunto con el personal del DNPV-Entomología de la Estación Experimental Portoviejo y el Ing. Ciro Verduga (estudiante de Maestría en Agronomía, Mención Producción Agrícola Sostenible de la Universidad Técnica de Manabí).

Fue aprobado por el Comité Técnico de la estación, mediante Acta de Revisión del Comité Técnico N°016.

### Ubicación

El presente estudio se lo estableció en 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 bioherbidas

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

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

- 1 = 10 L ha<sup>-1</sup>
- 2 = 20 L ha<sup>-1</sup>
- 3 = 30 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).
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 siembra	la	2 dds 20 dds
1	A1B1	Vinagre de guineo	2	4	4
2	A1B2	Vinagre de guineo	4	8	8
3	A1B3	Vinagre de guineo	6	12	12
4	A2B1	Aceite de piñón formulado	2	4	4
5	A2B2	Aceite de piñón formulado	4	8	8
6	A2B3	Aceite de piñón formulado	6	12	12
7	A3B1	Aceite de higuera formulado	2	4	4
8	A3B2	Aceite de higuera formulado	4	8	8
9	A3B3	Aceite de higuera formulado	6	12	12
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 bioherbidas

**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 sellados (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 fotoquímicos 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 a la torta y al aceite, no 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) (Gexsi, 2008).

**Aceite de higuera formulado:** De las semillas de higuera *Ricinus communis* (Euphorbiaceae), se obtiene el aceite de ricino, que tiene varios usos. Es un 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- hidroxí-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, y estable en varios rangos 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 realizó con un Diseño de Bloques Completamente al Azar, en Arreglo Factorial (A x B+3), con cuatro repeticiones.

### 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 paquete Agricolae del software 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, empleando la variedad comercial de algodón Coker, semilla artesanal, procedente de la campaña 2019. La

siembra se efectuó de forma manual, colocando tres semillas por sitio, a un 1m entre surcos por 0,30 m entre plantas, para luego de 15 días, realizar el raleo a una planta por sitio, obteniéndose una población 33.333 plantas ha<sup>-1</sup>. 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 hídrico, 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 periódicamente de insectos plagas, siendo necesario apenas realizar tres aplicaciones fitosanitarias 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), usando para esto, sacos de algodón y registrando el peso en kg/parcela, que luego se transformó a kg ha<sup>-1</sup>.

#### Aplicación de tratamientos

Con la finalidad de incentivar 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 tres 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, 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>). Cumplidos los 45 dds, todos los tratamientos con excepción del testigo absoluto, fueron deshierbados manualmente.

#### Levantamiento de la información

##### Variables del efecto bioherbicida

**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. Se utilizaron claves taxonómicas, guías, y demás información de la literatura existente. Los promedios de malezas identificadas fueron expresados en plantas/m<sup>2</sup> (Labrada, 1992). Se elaboró además un herbario.

**Altura de las malezas.** Una vez aplicados los bioherbicidas, cada 24 horas hasta los 5 dds, se registró la altura de las arvenses en cada unidad experimental.

**Efecto selectivo de los bioherbicidas 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 la aplicación de los tratamientos. Esta evaluación se realizó 24 horas 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

#### VARIABLES EN EL CULTIVO DE ALGODÓN

**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: Frans (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
100	Completamente destruido	9

**Incidencia de gusanos trazadores:** a los 8 dds, se registró en el área útil de cada parcela, el número total de plantas emergidas y número de plantas de algodón trozadas por acción de insectos de los géneros *Agrotis* sp. y *Spodoptera* spp. Determinándose con esta información el porcentaje de daño de estas plagas.

**Porcentaje de emergencia:** a los 8 y 15 días después de la siembra, se registró en cada unidad experimental el número total de plantas emergidas, con lo cual se calculó el

<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.

porcentaje de emergencia del algodón.

**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 de algodón en el área útil de cada unidad experimental. Se tomó la altura desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta.

**Número ramas productivas por planta:** a los 120 dds, se registró en las plantas marcadas de algodón, el número total de ramas productivas. 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 realizó observaciones periódicas, estableciendo la fecha al cierre de calle cuando el entrecruzamiento con las ramas vecinas de las plantas de algodón sobrepasó el 75%, cubriendo así el terreno.

**Número promedio de bellotas por planta:** al inicio de la cosecha, 108 dds, se contabilizó el número de bellotas presente en cada una de las plantas marcadas de algodón.

**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>.

## RESULTADOS

### Variables del efecto bioherbicida

#### Identificación de las malezas prevalentes en el cultivo de algodón

Fueron identificadas un total de 23 especies de malezas, denominadas también plantas espontaneas, malas hierbas o arvenses, agrupadas en 14 familias, distribuidas en el área experimental. Dentro de la subdivisión Spermatophyta, las plantas espontaneas se dividieron en dos subclases, monocotiledóneas y dicotiledóneas. En las monocotiledóneas, se reportaron nueve especies, agrupadas en las familias Cyperaceae con una especie y Gramineae con ocho géneros. Mientras que, las arvenses dicotiledóneas de hoja ancha, representaron la mayoría del total registradas; constatándose la existencia de 14 especies, pertenecientes a 12 familias; presentando las familias Euphorbiaceae y Solanaceae dos especies cada una, mientras que las otras 10 familias estuvieron representadas por una especie por cada familia (**Tabla 8**).

**Tabla 8.** Especies de arvenses de la sub clase monocotiledóneas y dicotiledóneas, asociadas al cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

MONOCOTILEDÓNEAS			
Familias		Especies	Nombre común
Cyperaceae	1	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coquito
	2	<i>Digitaria horizontalis</i> (L.) Scop.	Guarda roció
	3	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Guarda roció
	4	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Paja de poza
Gramineae	5	<i>Eleusine indica</i> (L) Gaertn.	Paja de burro
	6	<i>Leptochloa filiformis</i> (Lam.) Beauv.	Paja flaca
	7	<i>Panicum fasciculatum</i> Sw.	Paja colorada

	8	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.D. Clayton.	Caminadora
	9	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Pasto Johnson
<b>DICOTILEDÓNEAS</b>			
Amaranthaceae	10	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Bledo bravo
Apocynaceae	11	<i>Prestonia mollis</i> Kunth	Mala capa
Compositae	12	<i>Tridax procumbens</i> L.	Manzanillo falso
Convolvulaceae	13	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Bejuco
Cucurbitaceae	14	<i>Momordica charantia</i> L.	Achochilla
Euphorbiaceae	15	<i>Acalypha alopecuroides</i> Jacq.	Rabo de gato
	16	<i>Phyllanthus niruri</i> (Kunth) G.L.Webster	Periquito
Malvaceae	17	<i>Malachra alceifolia</i> Jacq.	Malva
Portulacaceae	18	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga
Rubiaceae	19	<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	Cordón de San Francisco
Solanaceae	20	<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> (L.) Mill.	Tomatillo
	21	<i>Physalis angulata</i> L.	Popoja o bijijón
Tiliaceae	22	<i>Corchorus orinocensis</i> Kunth	Frejolillo
Verbenaceae	23	<i>Lippia nodiflora</i> (L.) Michx	Escama de lagarto

### Conteo de malezas prevalentes en el cultivo de algodón

En las parcelas que correspondieron al tratamiento enmalezado (sin control), se contabilizaron 144,33 plantas espontáneas/m<sup>2</sup> de la subclase monocotiledóneas, que correspondió al 78% de la flora malecil. La familia Gramineae, fue la de mayor abundancia. De estas, las especies de mayor incidencia fueron *Echinochloa colona* (L.) Link, *Leptochloa filiformis* (Lam.) Beauv., con promedios de 28 plantas/m<sup>2</sup> cada una y *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton., con 29,33 especímenes de arvenses en promedio. De manera general se observó un menor número de plantas espontáneas dicotiledóneas en el cultivo de algodón, siendo *Ipomoea purpurea* (L.) Roth y *Phyllanthus niruri* (Kunth) G.L. Webster., las de mayor incidencia, con un promedio de 8,67 y 7,00 plantas/m<sup>2</sup>, respectivamente (**Tabla 9**).

**Tabla 9.** Promedio de plantas malezas/m<sup>2</sup> de las sub clase monocotiledóneas y dicotiledóneas asociadas al cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

Especie	No. promedio de malezas/m <sup>2</sup>
<b>Malezas monocotiledóneas</b>	
<i>Cyperus rotundus</i> L.	4,00
<i>Digitaria horizontalis</i> (L.) Scop.	9,33
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	14,67
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	28,00
<i>Eleusine indica</i> (L) Gaertn.,	4,00
<i>Leptochloa filiformis</i> (Lam.) Beauv.	28,00
<i>Panicum fasciculatum</i> Sw.	6,00
<i>Rottboellia exaltata</i> (Lour.) Clayton	29,33
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	21,00
<b>Sub total de malezas/m<sup>2</sup></b>	<b>144,33</b>
<b>Malezas dicotiledóneas</b>	
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	3,00
<i>Prestonia mollis</i> Kunth	1,67
<i>Tridax procumbens</i> L.	3,33
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	8,67

<i>Momordica charantia</i> L.	2,67
<i>Acalypha alopecuroides</i> Jacq.	1,33
<i>Phyllanthus niruri</i> (Kunth) G.L. Webster	7,00
<i>Malachra alceifolia</i> Jacq.	2,33
<i>Portulaca oleracea</i> L.	1,67
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	1,67
<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> (L.) Mill.	1,67
<i>Physalis angulata</i> L.	2,00
<i>Corchorus orinocensis</i> Kunth	2,00
<i>Lippia nodiflora</i> (L.) Michx	1,33
<b>Sub total de malezas/m<sup>2</sup></b>	<b>40,33</b>
<b>Total malezas contabilizadas/m<sup>2</sup></b>	<b>184,66</b>

#### Altura de malezas prevalentes en el cultivo de algodón

Según el ADEVA, no hubo diferencias estadísticas significativas entre los factores y sus interacciones para la variable altura de malezas, en ninguna de las tres aplicaciones; por lo que, no se observó una respuesta del crecimiento de las malezas, a la aplicación de los bioherbicidas evaluados hasta los cinco días después de la aplicación (**Tabla 10**).

Cuando se analizó la relación de los testigos versus el factorial, se determinó diferencias estadísticas altamente significativas en las tres comparaciones. Se observó que, los testigos químico y manual (deshierba), se destacaron del factorial, al presentar los menores valores promedio de altura de maleza, principalmente, hasta los cinco días de la segunda aplicación y el cuarto día de la tercera aplicación de bioherbicidas. Mientras que, el testigo absoluto (sin control), presentó significativamente una mayor altura promedio de malezas en comparación con el factorial, a los cuatro y cinco días, posteriores a la segunda aplicación y al cuarto día en la tercera aplicación (**Tabla 10**).

**Tabla 10.** Altura promedio de las malezas (cm), asociadas al cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*), después de la primera, segunda y tercera aplicación de los bioherbicidas, Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

Tratamientos	Primera aplicación		Segunda aplicación					Tercera aplicación			
	1 dda	1 dda	2 dda	3 dda	4 dda	5 dda	1 dda	2 dda	3 dda	4 dda	
<b>Factor A. Bioherbicidas</b>											
A1. Vinagre de guineo	8,33	9,33	9,58	10,06	10,33	10,33	34,28	37,34	54,30	77,31	
A2. Aceite de piñón	9,00	11,08	11,38	11,48	11,56	11,56	33,25	37,16	55,96	79,17	
A3. Aceite de higuera	8,31	11,13	11,29	11,46	11,46	11,46	34,80	37,16	49,69	68,16	
<b>Tukey</b>	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	
<b>Factor B. Dosis</b>											
B1. 10 L ha <sup>-1</sup>	7,33	9,58	9,58	9,75	9,83	9,83	28,56	30,94	44,24	59,36	
B2. 20 L ha <sup>-1</sup>	7,58	8,58	8,75	8,92	8,92	8,92	28,27	30,98	44,67	63,75	
B3. 30 L ha <sup>-1</sup>	7,00	8,83	9,33	9,67	9,92	9,92	31,3	34,27	48,82	70,76	
<b>Tukey</b>	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	
<b>Comparaciones</b>											
Testigo químico	6,00	2,00 b	3,25 b	3,25	3,50 b	3,50 b	8,56 b	8,56 b	8,58 b	8,58 b	
Factorial	7,30	9,00 a	9,22 a	9,43	9,55 a	9,55 a	29,4 a	32,07 a	46,02 a	64,76 a	
	<i>ns</i>	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
Testigo manual	1,50	5,00 b	5,00 b	5,50	5,50 b	5,50 b	5,50 b	8,28 b	8,28 b	8,28 b	
Factorial	7,30	9,00 a	9,22 a	9,43	9,55 a	9,55 a	29,4 a	32,07 a	46,02 a	64,76 a	
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
Testigo absoluto	7,75	11,25	11,50	11,75	12,25 a	12,25a	40,03a	43,53 a	59,44 a	74,60 a	
Factorial	7,30	9,00	9,22	9,43	9,55 b	9,55 b	29,4 b	32,07 b	46,02 b	64,76 b	
	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	**	**	**	**	**	**	
Promedio	6,75	8,27	8,56	8,79	8,94	8,94	26,08	28,37	41,45	60,19	

CV (%) 27,57 32,51 28,13 27,53 27,84 27,8 27,73 25,96 32,23 38,17

dda = días después de la aplicación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

\*\* $p \leq 0.01$  = altamente significativo al 1%

CV = Coeficiente de variación

### Efecto selectivo de los bioherbicidas sobre las malezas

De manera general se observó que, las malezas monocotiledóneas fueron las más afectadas por efecto de los bioherbicidas. El ADEVA, determinó diferencias estadísticas significativas para los dos factores en estudio (bioherbicidas y dosis), no así para sus interacciones. Entre los bioherbicidas, se destacaron, según la prueba de Tukey, los aceites de higuera y piñón, que fueron significativamente más dañino en las malezas monocotiledóneas, que presentaron amarillamiento. En tanto que el vinagre de guineo, mostró una acción más de contacto, mostrándose las malezas deshidratadas. En referencia a la dosis de los bioherbicidas, se determinó que, las mayores dosis, esto es 30 y 20 L ha<sup>-1</sup>, se destacaron significativamente de la dosis más baja, al presentar los mayores porcentajes de afectación en las plantas monocotiledóneas (**Tabla 11**).

Con relación a las comparaciones del factorial versus los testigos químicos, se estableció que, el factorial, fue superior, afectando significativamente más, a las plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas. Este efecto del factorial fue corroborado en la comparación con el testigo absoluto, donde el factorial fue significativamente superior al afectar mayoritariamente a las plantas cotiledóneas (**Tabla 11**).

**Tabla 11.** Porcentaje de malezas mono y dicotiledóneas afectadas y no afectadas, por acción de los bioherbicidas y sus dosis en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

Tratamientos	Malezas afectadas		Malezas no afectadas	
	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas
<b>Factor A. Bioherbicidas</b>				
A1. Vinagre de guineo	60,94 b	15,49	14,53 a	9,04
A2. Aceite de piñón	74,57 a	12,25	7,73 b	5,45
A3. Aceite de higuera	81,19 a	13,61	1,04 c	4,16
<b>Tukey</b>	<b>11,17</b>	<b>ns</b>	<b>5,60</b>	<b>ns</b>
<b>Factor B. Dosis</b>				
B1. 10 L ha <sup>-1</sup>	65,51 b	11,39	13,95 a	9,15
B2. 20 L ha <sup>-1</sup>	72,69 a	16,92	5,31 b	5,09
B3. 30 L ha <sup>-1</sup>	78,50 a	13,04	4,04 b	4,41
<b>Tukey</b>	<b>11,17</b>	<b>ns</b>	<b>5,60</b>	<b>ns</b>
<b>Comparaciones</b>				
Testigo químico	43,21 b	0 b	0 b	56,79 a
Factorial	72,23 a **	13,78 a **	7,77 a **	6,22 b **
Testigo absoluto	0,00 b	0,00 b	74,14 a	25,86 a
Factorial	72,23 a **	13,78 a **	7,77 b **	6,22 b **
<b>Promedio</b>	57,78	10,34	19,85	12,04
<b>CV (%)</b>	19,3	55,07	28,2	76,63

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

\*\* $p \leq 0.01$  = altamente significativo al 1%

CV = Coeficiente de variación

### Índice de control de malezas según escala de ALAM

En el análisis del control de las malezas, según la escala de ALAM, se determinó que hubo respuesta estadística significativa en el factor bioherbicidas en las tres fechas de aplicación. Mientras que para el factor dosis, se observó diferencias en la segunda y tercera aplicación de tratamientos. No hubo respuesta estadística a las interacciones de factores. Al aplicar la prueba de separación de medias Tukey, para el factor bioherbicidas, se estableció que, el aceite de higuera fue significativamente superior en índice de control en la primera y segunda aplicación, en todas las evaluaciones realizadas hasta los cinco días después de la aplicación, con un máximo de 37,92 de control. Mientras que, en la tercera aplicación, fue el aceite de piñón el que se destacó, presentando incluso un mayor índice de control (41,25%), hasta los cuatro días de la aplicación. En referencia a las dosis, según la prueba de Tukey, en la segunda aplicación, se destacaron las dosis más altas (30 y 20 L ha<sup>-1</sup>), con las que, se obtuvo promedios máximos de 29,17% de control, a los cinco días después de la aplicación. No así en la tercera aplicación, donde principalmente destacó la dosis mayor (30 L ha<sup>-1</sup>), con la cual se alcanzó el mayor índice de control según ALAM (45,00%), a los cuatro días de la aplicación (**Tabla 12**).

Hubo diferencias estadísticas altamente significativas en la comparación del factorial versus los testigos químico, en las tres aplicaciones de tratamientos. Se observó que, según la escala de ALAM, el control químico, fue superior significativamente al factorial, a lo largo de todas las fechas de evaluación, esto es hasta los cinco días después de la aplicación, obteniéndose un control de hasta 100% de las malezas presentes en el tratamiento. Cuando se comparó el factorial con el testigo control (agua), se confirmó la actividad de los bioherbicidas en las tres aplicaciones, el cual reportó hasta un 34,44% de índice de control sobre las malezas (**Tabla 12**).

**Tabla 12.** Índice de control de malezas según escala de ALAM en la primera, segunda y tercera aplicación de los bioherbicidas en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

Tratamientos	Índice de control de malezas según escala de ALAM (% de control)										
	Primera Aplicación		Segunda Aplicación					Tercera aplicación			
	n		1 dda	2 dda	3 dda	4 dda	5 dda	1 dda	2 dda	3 dda	4 dda
<b>Factor A. Bioherbicidas</b>											
A1. Vinagre de guineo	9,17 b	12,08 c	13,75 c	14,17 c	15,83 c	15,83 c	22,50 c	22,50 c	25,00 c	26,25 c	
A2. Aceite de piñón	20,00 a	25,42 b	26,25 b	26,25 b	29,17 b	29,17 b	36,67 a	36,67 a	40,83 a	41,25 a	
A3. Aceite de higuera	20,00 a	35,00 a	37,50 a	37,08 a	37,92 a	37,92 a	26,67 b	26,67 b	33,33 b	35,83 b	
<b>Tukey</b>	<b>2,37</b>	<b>3,05</b>	<b>2,84</b>	<b>3,07</b>	<b>2,82</b>	<b>2,82</b>	<b>3,67</b>	<b>3,87</b>	<b>4,43</b>	<b>5,73</b>	
<b>Factor B. Dosis</b>											
B1. 10 L ha <sup>-1</sup>	16,67	20,83 b	22,08 b	22,08 b	24,58 b	24,58 b	19,17 b	19,17 c	25,00 c	25,83 c	
B2. 20 L ha <sup>-1</sup>	15,83	25,42 a	26,67 a	27,08 a	29,17 a	29,17 a	31,67 a	31,83 b	32,50 b	32,50 b	
B3. 30 L ha <sup>-1</sup>	16,67	26,25 a	28,75 a	28,33 a	29,17 a	29,17 a	35,00 a	35,83 a	41,67 a	45,00 a	
<b>Tukey</b>	<b>ns</b>	<b>3,05</b>	<b>2,84</b>	<b>3,07</b>	<b>2,82</b>	<b>2,82</b>	<b>3,67</b>	<b>3,87</b>	<b>4,43</b>	<b>5,72</b>	
<b>Comparaciones</b>											
Testigo químico	94,00 a	98,50 a	98,25 a	98,25 a	98,25 a	98,25 a	87,50 a	87,50 a	88,75 a	100,00 a	
Factorial	16,39 b	24,17 b	25,83 b	25,83 b	27,64 b	27,64 b	28,61 b	28,61 b	33,06 b	34,44 b	
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
Testigo control	0,00 b	0,00 b	00,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,000 b	0,00 b	0,00 b	00,00 b	
Factorial	16,39 a	24,17 a	25,83 a	25,83 a	27,64 a	27,64 a	28,61 a	28,61 a	33,06 a	34,44 a	
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	



Promedio	28,25	34,25	35,48	35,48	36,83	36,83	37,08	37,08	40,52	42,50
CV (%)	8,39	8,89	8,00	8,64	7,64	7,64	9,86	10,40	10,92	13,48

dda = días después de la aplicación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

\*\* $p \leq 0.01$  = altamente significativo al 1%

CV = Coeficiente de variación

## VARIABLES EN EL CULTIVO DE ALGODÓN

### Índice de fitotoxicidad en las plantas del cultivo de algodón

Cuando se analizó los resultados de la toxicidad en las plantas de algodón, según la escala visual E.W.R.C., entre los factores bioherbicidas, dosis, y sus interacciones, el ADEVA, no estableció diferencias estadísticas significativas. No obstante, fue observada una débil decoloración en las hojas de algodón, sin llegar a una reducción del crecimiento de la planta de algodón. Este efecto se puede apreciar en las diferentes comparaciones del factorial versus los testigos, donde se alcanzó un porcentaje máximo del índice de fitotoxicidad del 9,67%.

### Variable fitosanitaria

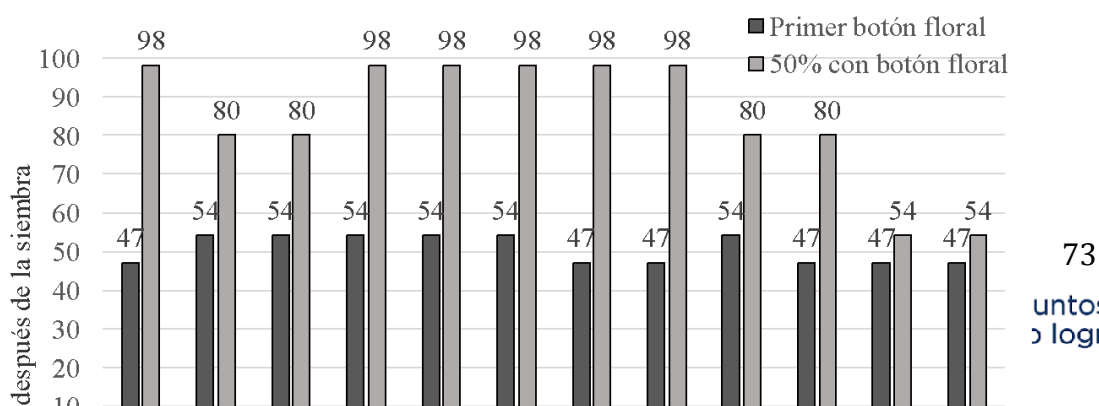
El análisis realizado a los promedios del porcentaje de plantas trozadas por efecto de insectos de los géneros *Agrotis* sp. y *Spodoptera* spp., a los 8 y 15 días después de la siembra, no determinó diferencias estadísticas significativas entre los factores, ni interacciones, así como tampoco en las comparaciones del factorial con los testigos químicos, manual y absoluto o control.

### Porcentaje de emergencia de plantas de algodón

No hubo respuesta estadística significativa, del porcentaje de emergencia de plantas de algodón, evaluada a los 8 y 15 dds, por efecto de los factores en estudio (bioherbicidas y dosis) y sus interacciones. Sin embargo, cuando se comparó el factorial versus los testigos, si fue establecida diferencias significativas; observándose un porcentaje de emergencia a los 8 dds, en los testigos químico y mecánicos de 28,25 y 24,25% respectivamente, en comparación con el 18,47% que presentó el factorial. Mientras que, en la comparación del factorial con el testigo absoluto, fue este el que alcanzó el menor porcentaje de emergencia de plantas de algodón (12,00%).

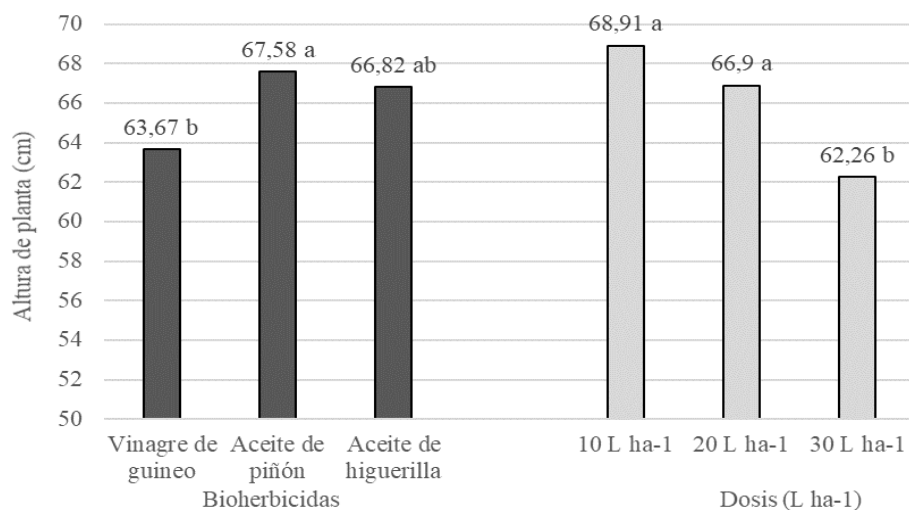
### Fecha de aparición del primer botón floral y 50% de plantas con botón floral

En la **Figura 41**, se observan los valores promedios, de los días a la aparición del primer botón floral del algodón y los días a la presencia del 50% de plantas con botón floral. Se aprecia que, de manera general en todos los tratamientos se presentó un retraso en la aparición del primer botón floral, que normalmente ocurre alrededor de los 30 dds. No obstante, se puede mencionar que, fueron los tratamientos vinagre en la dosis menor y las dos dosis más bajas del aceite de higuera, junto a los tres testigos, aquellos donde se presentó el primer botón floral en el menor tiempo (47 dds). Mientras que, los tratamientos manual y testigo control, alcanzaron en menor tiempo el 50% de plantas con inicio de botón floral.

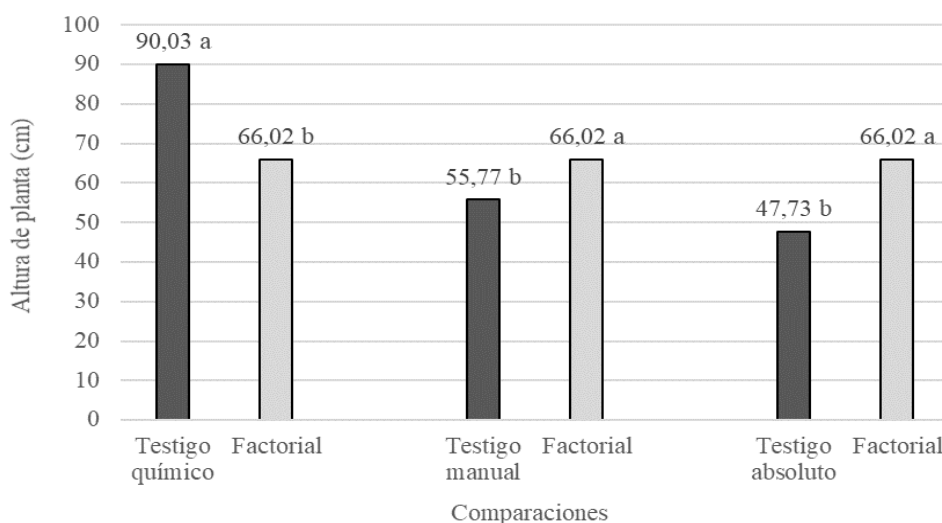


**Figura 41.** Días a la aparición del primer botón floral y 50% de plantas con botón floral en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

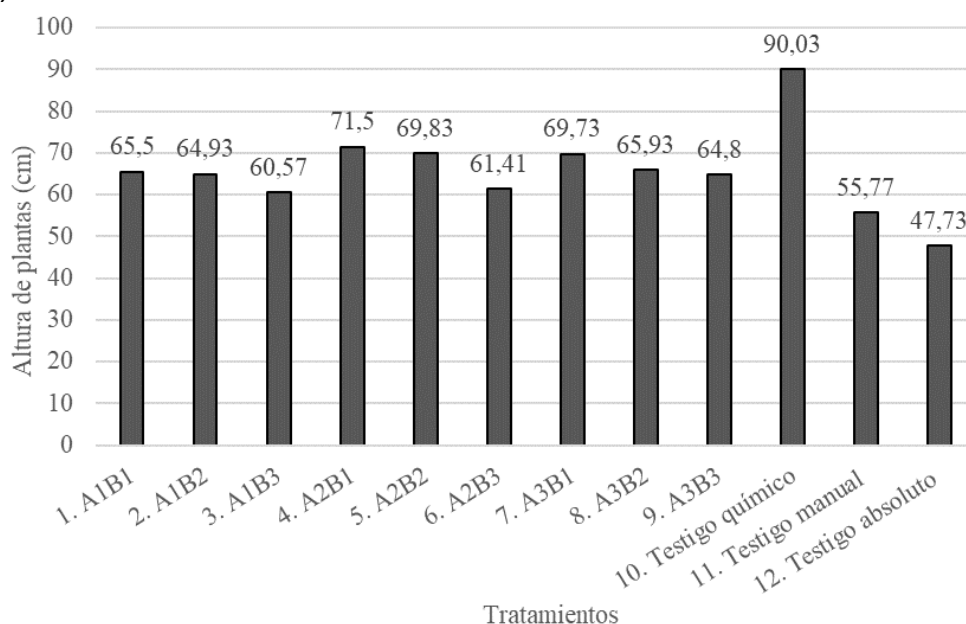
**Altura de planta de algodón (cm)** Hubo diferencias estadísticas significativas en la variable altura de planta, en respuesta a los factores en estudio bioherbicidas y dosis. No así para las interacciones. En referencia a los bioherbicidas, la prueba de separación de medias Tukey, determinó que, en el tratamiento con aplicación de aceite de piñón, se obtuvo una mayor altura de planta de algodón, diferente al vinagre de guineo, donde las plantas alcanzaron la menor altura. En relación a las dosis, también hubo diferencias significativas, observándose la mayor altura de plantas de algodón, en las dosis menores (10 y 20 L ha<sup>-1</sup>) (**Figura 42**). Cuando se analizó las comparaciones del factorial versus los testigos químico, manual y absoluto, se pudo determinar que, con el testigo químico se registró significativamente la mayor altura de planta, en comparación con el factorial. No así, con los testigos manual y absoluto, donde sobresalió el factorial al presentar una mayor altura promedio de planta (**Figura 43**). En la **Figura 44**, se presentan la altura promedio de los doce tratamientos en estudio, donde se corrobora que el testigo químico alcanzó una altura superior al resto de tratamientos y los testigos manual y absoluto, la menor altura de las plantas de algodón.



**Figura 42.** Altura de plantas de algodón (cm) registrada entre los factores bioplaguicidas y dosis. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. (4,92%). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



**Figura 43.** Altura de plantas de algodón (cm) registrada en las comparaciones del factorial versus los testigos químico, manual y absoluto (control). Estación Experimental Portoviejo del INIAP. CV (4,92%). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



**Figura 44.** Altura promedio de plantas de algodón (cm) de los doce tratamientos en estudio. Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

#### Número de ramas productoras por planta

El ADEVA, no determinó una respuesta estadística significativas para la variable número de ramas productivas de algodón para ninguno de los factores (bioherbicidas y dosis), así como tampoco para sus interacciones. Sin embargo, en las comparaciones del factorial con los testigos, se observó que, el químico fue significativamente superior al factorial, en el número de ramas productivas, a diferencia de la comparación con el testigo absoluto, donde fue el factorial el que, alcanzó significativamente, los mayores promedios de ramas productivas por planta. Finalmente, con el testigo manual, no hubo diferencias significativas (Tabla 13).

#### Número promedio de bellotas por plantas

Tampoco, en la variable número promedio de bellotas por planta de algodón, hubo diferencias significativas entre los factores bioherbicidas y dosis, así como en sus interacciones. Sin embargo, en las comparaciones del factorial con los testigos, se observó que, el químico y el manual, fueron significativamente superior al factorial, presentando un mayor valor promedio de bellotas/planta; en la comparación con el testigo absoluto, fue el factorial el que, se destacó con el mayor promedio de bellotas/planta (Tabla 13).

#### Rendimiento de algodón en rama en $\text{kg ha}^{-1}$

No hubo una respuesta significativa del rendimiento de algodón en rama ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), a los factores en estudio (bioherbicidas y dosis) y sus interacciones. No obstante, cuando se analizó las comparaciones del factorial con los testigos, se observó que, nuevamente el químico fue significativamente superior al factorial, siendo el tratamiento con el más alto rendimiento en esta investigación ( $1.149 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Le siguió el testigo manual. Mientras que en el testigo absoluto (control), no registró rendimiento de algodón (Tabla 13), demostrándose que este cultivo, es altamente susceptible a la interferencia de malezas.

**Tabla 13.** Número de ramas productivas /plantas, Número de bellotas /plantas, Rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  de las plantas de algodón (*Gossypium hirsutum*), Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

Tratamientos	Número de ramas productivas /plantas	Número de bellotas /plantas	Rendimiento $\text{kg ha}^{-1}$
<b>Factor A. Bioherbicidas</b>			
A1. Vinagre de guineo	9,30	7,86	291
A2. Aceite de piñón	10,46	8,33	229
A3. Aceite de higuierilla	9,86	7,98	310
<b>Tukey</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>
<b>Factor B. Dosis</b>			
B1. 10 L $\text{ha}^{-1}$	9,96	7,91	241
B2. 20 L $\text{ha}^{-1}$	10,22	8,49	289
B3. 30 L $\text{ha}^{-1}$	9,43	7,78	300
<b>Tukey</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>
<b>Comparaciones</b>			
Testigo químico	12,43 a	16,90 a	1.149 a
Factorial	9,87 b **	8,06 b **	277 b **
Testigo manual	9,90	13,20 a	656 a
Factorial	9,87 ns	8,06 b **	277 b **
Testigo absoluto	5,53 b	1,00	0,00
Factorial	9,87 a **	8,06 **	277 **
Promedio	9,73	8,64	381
CV	13,75	18,85	32,5

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

\*\* $p \leq 0,01$  = altamente significativo al 1%

CV = Coeficiente de variación

## CONCLUSIONES

Se reportó una gran diversidad de arvenses asociadas al cultivo de algodón, identificándose 23 especies de arvenses, de las cuales aquellas monocotiledóneas fueron las más abundantes.

Las plantas monocotiledóneas fueron las más afectadas por efecto de la aplicación de los bioplaguicidas, presentando síntomas de clorosis y limitación en su crecimiento.

Considerando que son sustancias naturales, los aceites formulados de higuierilla (*Ricinus communis*) y piñón (*Jatropha curcas*), presentaron un apreciable Índice de control de arvenses, según la escala de ALAM entre 38 y 45%, respectivamente.

Hubo una mejor respuesta en la eficacia de los bioherbicidas a las dosis mayores de 30 y 20  $\text{L ha}^{-1}$ .

No fue evidenciado un efecto fitotóxico significativo de los bioherbicidas sobre el cultivo de algodón.

Las aplicaciones de bioherbicidas no tuvieron un efecto positivo sobre la mayoría de las variables agronómicas y productivas del algodón.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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.

Asociación Latinoamericana de Malezas-ALAM. (1974). Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. *ALAM*, 1, 35-38

Coffman, C.; Radhakrishnan, J. y 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). Superficie mundial de algodón. Consultado 12-06-2018. Recuperado de: <http://www.asajasevilla.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. y 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. y 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.

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

Gexsi (2008). Available from /[http://www.Jatropha-platform.org/documents/GEX SI\\_Global-Jatropha-Study\\_FULL-REPORT.pdf](http://www.Jatropha-platform.org/documents/GEX_SI_Global-Jatropha-Study_FULL-REPORT.pdf).

Haas, W.; Strerk, H. y 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. 133p.

International Forum of Agricultural Robotics-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)

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. y 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. y 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.

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>.

Montero. S.; Cardoso. J. y Cañarte. E. (2017). Vinagre triple 12,5%: herbicida natural en siembra directa de maíz (*Zea mays*) orgánico. *Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390- 8103*, 8(2), 13-21. Recuperado a partir de [http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista ESPAMCIENCIA/article/view/141](http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/141)

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.

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->

Pujiswanto, H. et al. (2009). Effect of acetic acid as pre-plant herbicide on Maize germination. Pakistán: ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. Diponible en: [https://www.researchgate.net/publication/324164176Estudio\\_del\\_impacto\\_en\\_el\\_control\\_natural\\_de\\_malezas\\_a\\_partir\\_del\\_vinagre](https://www.researchgate.net/publication/324164176Estudio_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. Estación Experimental Portoviejo. INIAP-EEP. Portoviejo, Ecuador. Manual No. 6. 24p.

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. y Boydston, R. (2009). Organic herbicide update. In: Horticultural Industries Show, January 16-17. Ft. Smith, Arkansas. 237-239.

### **Actividad 3. Respuesta productiva del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios**

#### **Responsable**

Ph.D. Ernesto Cañarte Bermúdez

#### **Colaboradores:**

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

Ing. Rafael Sotelo P. (Técnico FAO-INIAP) (hasta septiembre de 2021)

Ing. Antonio Pinargote B. (Asistente de campo Entomología-INIAP)

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

#### **ANTECEDENTES**

Una de las opciones de producción disponibles para pequeños algodóneros del país, que aportan a su sostenibilidad, son los sistemas asociados con cultivos alimenticios de ciclo corto. Entre sus ventajas se pueden mencionar, el aumento de la agrobiodiversidad y el ahorro de costos de producción, al reducir labores para el control de malezas. Desde el punto de vista económico estos cultivos generan un ingreso extra entre la siembra y la cosecha de algodón. De acuerdo a Araujo *et al.* (2006), estos sistemas buscan mejorar la dieta y economía del productor, reduciendo además su preocupación por las pérdidas totales.

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 la respuesta agronómica, productiva y económica del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios (maní, fréjol caupí, maíz y choclo).

## METODOLOGÍA

### Ubicación

El presente estudio se lo realizó en el periodo octubre/2020 a febrero/2021, 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”S y 80°23'24” O, a una altitud de 60 m s.n.m. Presenta las siguientes características agroclimáticas: zona tropical, topografía plana, temperatura promedio 26,3°C, precipitación anual 527 mm, humedad relativa 83%.

### Descripción y manejo del experimento

Se estudió la respuesta de algodón de la variedad BRS-336, a la asociación con varios cultivos alimenticios, estableciéndose las siguientes combinaciones: **1.** Algodón (1,0 x 0,3) 2 líneas;+ maíz choclo (1,0 x 0,2 m) 4 líneas+ caupí (1 x 0,2 m) 2 líneas.; **2.** Algodón (1,0 x 0,3) 2 líneas+ maíz choclo (1,0 x 0,2 m) 4 líneas+ maní (1 x 0,2 m) 2 líneas; **3.** Algodón (1,0 x 0,3) 2 líneas;+ maíz seco (1,0 x 0,2 m) 4 líneas+ caupí (1 x 0,2 m) 2 líneas **4.** Algodón (1,0 x 0,3) 2 líneas+ maíz choclo (1,0 x 0,2 m) 4 líneas+ maní (1 x 0,2 m) 2 líneas **5.** Algodón en monocultivo (1,0 x 0,3). Para efectos de comparación, se establecieron parcelas en monocultivo de maíz choclo INIAP 543 QPM (1,0 x 0,2 m), maíz seco INIAP- H 603 (1,0 x 0,2 m), frejol caupí INIAP-463 (1 x 0,2 m), y maní INIAP-380 (1 x 0,2 m). Se utilizaron parcelas de 48 m<sup>2</sup> 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 de todos los cultivos se realizó el mismo día (01 de octubre/2020), de forma manual. La semilla de todos los cultivos fue tratada con 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 pendimetalina (4 L ha<sup>-1</sup>) + el quemante paraquat (4 L ha<sup>-1</sup>). A los 20 días después de la siembra (dds), se aplicó en post-emergencia el herbicida Metribuzin (1.5 mL L<sup>-1</sup>), más dos deshierbas manuales a los 35 y 60 dds. Para el control de artrópodos-plaga en algodón, se aplicó a los 15 dds thiametoxam (1g/L agua), en “drench”; a los 21 dds abamectina (1,5 mL/L agua); a los 29 dds lambda cihalotrina + thiametoxam (1 mL/L) y a los 50 y 65 dds la mezcla de neem (10 mL/L agua) + detergente (1g/L agua). Para el control de cogollero en maíz se aplicó cebo tóxico (arena 5 kg + clorpirifos 15 mL). La fertilización consistió en la aplicación una mezcla de Urea 45 kg + YaraMila® 135 kg, a los 20 y 42 dds. La cosecha de los cultivos de frejol caupí se realizó a los 63, 68, 78, 90 y 99 dds; el choclo a los 68, 70 y 77 dds; el maíz duro se cosechó a los 118 dds; el maní a los 110 dds, finalmente el algodón 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 emergencia a los 6 y 8 dds; altura de planta a los 24, 71 y 79 dds; diámetro del tallo, número de ramas/planta y longitud de entrenudos (cm), a los 100 dds. No. de botones florales/planta a los 54, 71 y 59 dds. **Variables productivas**: número de bellotas/planta (71 y 79 dds); días a



la apertura de la bellota; peso (g) de 10 bellotas (131 dds); rendimiento de algodón en rama ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) 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. y plantas enfermas a los 6 y 8 dds. Para el resto de los artrópodos, se realizaron evaluaciones a los 42, 58 y 76 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. Para los cultivos de asociación (maní, frejol caupí, maíz duro y maíz choclo), sólo se realizaron evaluaciones de la variable productiva al momento de la cosecha. Se registró el peso de maní en cáscara ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); número de mazos  $\text{ha}^{-1}$  de frejol caupí (20 vainas/mazo); rendimiento de maíz duro ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y número de almud  $\text{ha}^{-1}$  (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):

$$\text{IET} = \text{Px}/\text{Mx} + \text{Py}/\text{Uy} \quad (1)$$

donde:

*Px* es el rendimiento del cultivo *x* en policultivo

*Mx* es el rendimiento del cultivo *x* en monocultivo

*Py* es el rendimiento del cultivo *y* en policultivo

*Uy* es el rendimiento del cultivo *y* en monocultivo

### Análisis estadístico

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con tres 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 realizó comparaciones de medias, utilizando el test de Tukey al 5%. Para el análisis se empleó el Software estadístico R Studio (R Core Team, 2020).

## RESULTADOS

### Variables agronómicas

Como se observa en la **Tabla 14**, respecto a la emergencia de plantas de algodón en los tratamientos en estudio, se observaron diferencias estadísticas en la evaluación realizada a los 8 dds, donde de acuerdo a tukey, hubo un porcentaje significativamente mayor de plantas emergidas (78,33%) en el tratamiento asociado con maíz duro y caupí y un menor porcentaje en el algodón en monocultivo (50,70). No se registraron daños por insectos cortadores ni enfermedades en ninguno de los tratamientos evaluados en las dos evaluaciones.

En la **Tabla 15** se evidencia que no hubo influencia estadística de los tratamientos sobre la variable altura de planta (m). Sin embargo, el algodón en monocultivo tuvo los valores más bajos en las tres fechas de evaluación (0,48; 0,81 y 0,89 m). En la variable diámetro de tallo (mm), se observó valores muy similares entre los tratamientos, sin alcanzar diferencias significativas. Finalmente, la variable número de entrenudos por planta si mostró diferencias estadísticas, teniendo el algodón en monocultivo el menor valor (12,33), que de acuerdo al test de tukey, fue significativamente inferior al resto de tratamientos que superaron los 17 entrenudos; con la excepción del tratamiento algodón+choclo+maní que, tuvo 15,80 entrenudos. Estos resultados sugieren que, el algodón en monocultivo al no tener

competencia tiene un desarrollo diferente al algodón en asocio con otros cultivos donde la competencia por energía solar, lo hace crecer más y tener mayor número de entrenudos.

**Tabla 14.** Valores promedios del porcentaje de emergencia, plantas trozadas y enfermas en experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Tratamientos	Plantas emergidas (%)		Plantas trozadas (%)		Plantas enfermas (%)	
	6 dds	8 dds	6 dds	8 dds	6 dds	8 dds
1. Algodón + choclo + caupí	49.44	62.22 ab	0.00	0.00	0.00	0.00
2. Algodón + choclo + maní	66.67	66.67 ab	0.00	0.00	0.00	0.00
3. Algodón + maíz duro + caupí	41.67	78.33 a	0.00	0.00	0.00	0.00
4. Algodón + maíz duro + maní	48.33	60.00 ab	0.00	0.00	0.00	0.00
5. Algodón monocultivo	48.19	50.70 b	0.00	0.00	0.00	0.00
Tukey 0,05	ns	21.62	ns	ns	ns	ns
CV%	24.68	12.05	0.00	0.00	0.00	0.00

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

dds = días después de la siembra

**Tabla 15.** Valores promedios de porcentaje de altura de planta (m), diámetro de tallo (mm) y No. de entrenudos planta en experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Tratamientos	Altura planta (m)			Diámetro de tallo (mm)	No. de entrenudos/planta
	54 dds	71 dds	79 dds	100 dds	100 dds
1. Algodón + choclo + caupí	0.58	0.93	0.99	12.40	17.40 a
2. Algodón + choclo + maní	0.59	0.93	0.99	11.33	15.80 ab
3. Algodón + maíz duro + caupí	0.59	0.89	1.00	12.20	17.53 a
4. Algodón + maíz duro + maní	0.60	0.94	0.95	12.87	17.80 a
5. Algodón monocultivo	0.48	0.81	0.89	12.73	12.33 b
Tukey 0.05	ns	ns	ns	ns	4.20
CV%	12.83	12.5	7.9	10.86	9.28

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

dds = días después de la siembra

En la variable No. de botones florales hubo diferencias estadísticas en la primera evaluación (54 dds). Según la prueba de tukey, las plantas de algodón en monocultivo tuvieron un número significativamente inferior de botones florales por planta (2.73), que el resto de tratamientos (9.27 a 11.40). En las siguientes evaluaciones se mantuvo esa tendencia, pero sin llegar a la significación estadística (**Tabla 16**). Esto confirma lo sostenido en las variables anteriores, en el sentido que las plantas en monocultivo crecen menos y tienen un menor número de botones florales.

**Tabla 16.** Valores promedios de número de botones florales por planta en experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Tratamientos	No. de botones florales/planta		
	(54 dds)	(71 dds)	(79 dds)
Algodón + choclo + caupí	9.93 a	11.60	12.20
Algodón + choclo + maní	9.47 a	11.33	10.47
Algodón + maíz duro + caupí	9.27 a	12.80	13.20
Algodón + maíz duro + maní	11.40 a	13.47	11.53
Algodón monocultivo	2.73 b	8.73	5.67
Tukey 0.05	2.85	ns	Ns
CV%	11.77	14.37	27.40

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).  
dds = días después de la siembra

En la **Tabla 17**, se observa que el número de flores por planta fue influenciado estadísticamente por los tratamientos en la primera evaluación. De acuerdo a tukey, el algodón en monocultivo tuvo significativamente más flores (3.13) que el algodón en asocio con maíz duro y caupí (0.80), esta influencia no se manifestó en la segunda evaluación donde no hubo diferencias significativas entre tratamientos. En lo que respecta a número de bellotas por planta, la prueba de tukey determinó diferencias entre tratamientos en las tres evaluaciones, siendo el algodón en monocultivo diferente estadísticamente de los otros tratamientos, al presentar los mayores valores (18.80 y 24.40), en la primera y segunda fecha de evaluación. En la última evaluación el número de bellotas por planta tuvo su valor más alto (20.67) en el tratamiento Algodón + maíz duro + maní y fue, según test de tukey, superior estadísticamente a Algodón + choclo + caupí y Algodón + maíz duro + caupí que, obtuvieron el menor número de bellotas por planta (15.00 y 13.33 respectivamente). Estos resultados sugieren que el algodón en monocultivo, a pesar de tener menos altura, y menos número de botones florales, es más eficiente en transformar esos botones en flores y bellotas, por no tener competencia con otro cultivo.

**Tabla 17.** Valores promedios de número de flores y bellotas por planta en experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Tratamientos	No. de flores/planta		No. de bellotas/planta		
	71 dds	79 dds	71 dds	79 dds	105 dds
Algodón + choclo + caupí	1.60 ab	1.67	7.87 b	14.00 b	13.33 bc
Algodón + choclo + maní	1.80 ab	2.00	10.13 b	12.80 b	18.67 ab
Algodón + maíz duro + caupí	0.80 b	1.73	7.07 b	17.33 ab	15.00 c
Algodón + maíz duro + maní	2.40 ab	2.27	8.53 b	11.47 b	20.67 a
Algodón monocultivo	3.13 a	2.93	18.80 a	24.40 a	17.33 abc
Tukey 0.05	1.75	ns	6.85	9.21	3.61
CV%	31.90	33.00	23.15	20.41	17.6

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).  
dds = días después de la siembra

#### Variabes fitosanitarias

En la **Tabla 18** se observa que de acuerdo a la prueba de tukey, las plantas de algodón en monocultivo tuvieron una población significativamente más alta de *Bemisia tabaci* (154.67, 129.67, 144.67), que aquellas que estuvieron asociadas con otros cultivos; esto ocurrió en las tres evaluaciones realizadas. En el caso de las poblaciones de *Frankliniella* sp. estas también fueron superiores en el algodón en monocultivo en comparación con los otros tratamientos, pero de acuerdo a tukey esta superioridad solo fue significativa en la última evaluación realizada a los 76 dds (430 especímenes). Esto se explicaría por la ventaja que tienen los sistemas asociados en comparación al monocultivo en el grado de biodiversidad, siendo esta mayor en los cultivos en asocio donde los enemigos naturales tienen un ambiente idóneo para desarrollarse y ejercer su control sobre los insectos plaga. Adicionalmente, en el caso de la mosca blanca, la presencia del maíz en el sistema proporciona además de refugio y alimento para los enemigos naturales, un elemento de repelencia para la actividad de aleiródidos.

**Tabla 18.** Valores promedios de poblaciones de *Bemisia tabaci* y *Frankliniella* sp. en experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Tratamientos	<i>Bemisia tabaci</i>			<i>Frankliniella</i> sp.		
	41 dds	55 dds	76 dds	41 dds	55 dds	76 dds
Algodón + choclo + caupí	56.33 b	28.0 b	2.00 b	4,0	14,0	70.67 b
Algodón + choclo + maní	61.00 b	29.33 b	20.33 b	6,7	14,3	28.33 b
Algodón + maíz duro + caupí	60.34 b	21.33 b	2.00 b	10,0	14,7	63.30 b
Algodón + maíz duro + maní	35.00 b	39.33 b	3.67 b	11,0	16,7	27.33 b
Algodón monocultivo	154.67 a	129.67 a	144.67 a	15.30	65.7	430.00 a
Tukey 0.05	65.37	43.15	76.01	ns	ns	247,37
CV	31.54	30.86	78.02	55.7	74.2	70.76

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).  
dds = días después de la siembra

Como se detalla en la **Tabla 19**, el algodón en monocultivo tuvo los valores más altos (26.00, 22.70, y 35.00) de *Aphis* sp. en las tres evaluaciones realizadas, siendo estadísticamente diferente de acuerdo a la prueba de Tukey a los otros tratamientos de algodón asociado con otros cultivos; con excepción de la última evaluación donde algodón en monocultivo compartió rango con algodón + choclo + maní. Las consideraciones mencionadas para moscas blancas y trips se pueden usar también para explicar la mayor población de áfidos en algodón en monocultivo.

**Tabla 19.** Valores promedios de poblaciones de *Aphis* sp. en experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Tratamientos	Fechas de evaluación		
	41 dds	55 dds	76 dds
Algodón + choclo + caupí	1.00 b	0.00 b	2.00 b
Algodón + choclo + maní	1.30 b	0.30 b	11.30 ab
Algodón + maíz duro + caupí	1.30 b	1.30 b	3.70 b
Algodón + maíz duro + maní	0.30 b	0.30 b	4.30 b
Algodón monocultivo	26.00 a	22.70 a	35.00 a
Tukey	12,86	3,95	30,55
CV%	76,01	28,43	96,12

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).  
dds = días después de la siembra

### Enemigos naturales

En la **Tabla 20**, se observa que las poblaciones de arañas no se vieron influenciadas por los tratamientos, registrando valores estadísticamente iguales en todos los sistemas. No obstante, numéricamente el algodón en monocultivo tuvo los valores más altos en las primeras evaluaciones (2.67 y 4.67). En la tercera evaluación, la asociación algodón maíz duro+caupí presentó el mayor contaje de arácnidos. En lo que respecta al chinche pirata *Orius* sp., el algodón en monocultivo mantuvo las poblaciones más altas en las tres evaluaciones, obteniendo de acuerdo a tukey, un valor significativamente mayor al resto de tratamientos en la primera evaluación (2.67). La mayor cantidad de enemigos naturales en el algodón en monocultivo estaría relacionada con la naturaleza denso-dependiente de estos organismos, es decir al haber mayores poblaciones de plagas en algodón en monocultivo, también tienen mayores poblaciones de enemigos naturales; sin llegar al equilibrio que existiría en los sistemas asociados.

**Tabla 20.** Valores promedios de poblaciones de Arañas y chinches *Orius* sp. en experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Tratamientos	Arañas			<i>Orius</i> spp.		
	41 dds	55 dds	76 dds	41 dds	55 dds	76 dds
Algodón + choclo + caupí	1,33	1,67	6,67	0.00 b	0,00	2,33
Algodón + choclo + maní	0,33	2,33	6,67	0.67 b	0,00	3,33
Algodón + maíz duro + caupí	0,67	1,00	7,33	0.00 b	1,33	1,33
Algodón + maíz duro + maní	0,67	3,00	5,33	0.33 b	2,00	3,33
Algodón monocultivo	2,67	4,67	3,33	2.67 a	2,67	3,67
Tukey	Ns	ns	ns	1,36	ns	Ns
CV%	92,54	52,71	75,25	65,83	102,63	67,44

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

dds = días después de la siembra

En la **Tabla 21** se observa que las poblaciones del trips depredador *Franklinothrips* spp. fueron significativamente mayores en las primera y segunda evaluación en el tratamiento de algodón en monocultivo (3.00 y 4.00). En la tercera evaluación, no hubo diferencias entre los tratamientos. Este comportamiento es similar al presentado en los enemigos naturales mencionados en la tabla anterior. Para el caso del Coccinellidae se establecieron diferencias en las dos primeras evaluaciones, en las que las mayores poblaciones (3.33 y 5.00) se hallaron en los tratamientos Algodón + choclo + caupí y Algodón + maíz duro + caupí, que fueron estadísticamente diferentes del tratamiento Algodón + choclo + maní, En la tercera evaluación no se registraron poblaciones de coccinélidos. De acuerdo a estos resultados la presencia del frejol caupí crearía un ambiente beneficioso para el desarrollo de poblaciones de mariquitas depredadoras del género *Hippodamia* sp., principalmente.

**Tabla 21.** Valores promedios de poblaciones de *Franklinothrips* spp. e *Hippodamia* sp. en experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Tratamientos	<i>Franklinothrips</i> spp.			<i>Hippodamia</i> sp.		
	41 dds	55 dds	76 dds	41 dds	55 dds	76 dds
Algodón + choclo + caupí	0.00 b	0.67 b	3,67	3.33 a	5.00 a	6.00
Algodón + choclo + maní	0.33 b	0.67 b	6,00	0.00 b	0.67 b	2.00
Algodón + maíz duro + caupí	0.00 b	0.00 b	3,33	3.33 a	5.00 a	6.00
Algodón + maíz duro + maní	0.00 b	0.67 b	2,00	0.67 ab	2.67 ab	2.33
Algodón monocultivo	3.00 a	4.00 a	4,00	2.00 ab	0.00 b	0.67
Tukey	0,73	2,52	ns	2,80	3,84	ns

CV% 38,72 74,53 81,40 53,12 51,00 64,54

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

dds = días después de la siembra

Las poblaciones de *Chrysoperla* spp. tuvieron diferencias significativas solamente en la tercera evaluación, siendo según la prueba de tukey el tratamiento Algodón + choclo + caupí con 4 individuos superior estadísticamente al algodón en monocultivo con apenas 0.67 individuos. Para el caso del chinche *Zelus* no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, en ninguna de las tres evaluaciones. Sin embargo, numéricamente el mayor valor (4.33 individuos) se encontró en Algodón + maíz duro + caupí, en la última evaluación (Tabla 22).

**Tabla 22.** Valores promedios de poblaciones de *Chrysoperla* spp. y *Zelus* sp. en experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Tratamientos	<i>Chrysoperla</i> spp,			<i>Zelus</i> spp.		
	41 dds	55 dds	76 dds	41 dds	55 dds	76 dds
Algodón + choclo + caupí	1,33	0,67	4.00 a	0,00	1,67	2,33
Algodón + choclo + maní	0,00	1,00	1.67 ab	0,33	2,00	3,67
Algodón + maíz duro + caupí	0,67	1,00	0.67 b	0,00	2,33	4,33
Algodón + maíz duro + maní	0,33	0,67	2.33 ab	0,33	2,33	3,67
Algodón monocultivo	1,00	0,00	0.67 b	0,00	0,00	0,33
Tukey	ns	ns	2,55	ns	ns	ns
CV%	160,00	120,93	48,41	237,17	88,66	87,90

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

dds = días después de la siembra

### Variables de rendimiento

Como se puede observar, en la **Tabla 23**, en lo que respecta a rendimiento, el algodón en monocultivo con 4903 kg ha<sup>-1</sup> fue de acuerdo a la prueba de tukey, superior estadísticamente a todos los tratamientos de algodón en asocio, los mismos que a su vez, no se diferenciaron significativamente entre ellos. Sin embargo, numéricamente se registró el rendimiento más alto en el algodón asociado con maíz duro y maní (1378 kg ha<sup>-1</sup>).

En la variable Índice Equivalente de la Tierra (IET), el mejor tratamiento fue Algodón + choclo + caupí, que con un valor de 1.46, que se diferenció estadísticamente, según test de tukey, de los otros sistemas en asocio. Por su parte, Algodón + choclo + maní y Algodón + maíz duro + maní, tuvieron valores significativamente menores a los otros tratamientos en asocio (0.94 y 1.05 respectivamente).

**Tabla 23.** Valores promedios de rendimiento de algodón en rama en kg h<sup>-1</sup>, e IET (Índice Equivalente de la Tierra) en experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Tratamientos	Rendimiento (Kg ha <sup>-1</sup> )	IET
Algodón + choclo + caupí	1089 b	1.46 a
Algodón + choclo + maní	1244 b	0.94 c
Algodón + maíz duro + caupí	1000 b	1.25 b
Algodón + maíz duro + maní	1378 b	1.05 c
Algodón monocultivo	4903 a	--
Tukey	650.83	0.74
CV %	11.99	7.79

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

Las plantas de algodón en monocultivo tuvieron una menor longitud de entrenudos y número de botones florares que las plantas de algodón en asocio.

El número de flores y bellotas fue superior en las plantas en monocultivo.

El algodón en monocultivo tuvo poblaciones más altas de *Bemisia tabaci*, *Frankliniella* sp. y *Aphis* sp. que las encontradas en algodón asociado con otros cultivos.

No hubo diferencias entre la cantidad de enemigos naturales entre el algodón en monocultivo y algodón asociado, con la excepción de *Franklinothrips* spp. que fue más abundante en algodón en monocultivo.

La asociación Algodón + choclo + caupí tuvo el valor más alto de IET (1.46), por tener compatibilidad agronómica y productiva entre sus componentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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.

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/>.

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.

Rezende, B.; Cecílio Filho, A.B.; Canato, G.H.D. y Martins, M.I.E.G. (2005). Análise econômica de consorciados de alface x tomate, em cultivo protegido, Jaboticabal-SP. *Cientifica* 33(1):42-49.

Teixeira, I.R.; Mota, J.H. y Silva, A.G. (2005). Consórcio de hortaliças. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 26(4):507-514.

#### Actividad 4. Efecto de *Trichoderma* spp. sobre características agronómicas y sanitarias del algodón

##### ANTECEDENTES

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. Shanmugiah 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 et al., 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*).

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Generar conocimiento sobre el uso de *Trichoderma asperellum* 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*.

## METODOLOGÍA

### Ubicación

Este experimento se lo estableció en el periodo septiembre de 2020 a 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 m s.n.m.

### 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 esperaba que este línter facilitaría 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 de algodón

V1. BRS-336

V2. DP-Acala 90

V3. Coker

#### Factor B. Tratamiento a la semilla con cepa comercial de *Trichoderma asperellum*

T 1. Con tratamiento

T 2. Sin tratamiento

### Testigos

1. Semilla de la variedad BRS-336 sin línter + *Trichoderma*

2. Semilla de la variedad BRS-336 sin línter sin *Trichoderma*

### 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 estableció bajo el Diseño de Bloques Completamente al Azar, en Arreglo Factorial Aditivo (A x B+2), con cuatro repeticiones.

### 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 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 paquete Agricolae del software R Studio (R Core Team, 2020).

### 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 realizó tratamiento químico a la semilla, que interfiera con los tratamientos.

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 deshierbas manuales complementarias. Se suministraron riegos semanales con el sistema por goteo, hasta los 120 dds.

Durante el desarrollo del experimento, se presentaron 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 fue 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 higuera, detergente, jabón líquido.

En las circunstancias de manejo del experimento, no fue preciso la aplicación del regulador de crecimiento, manteniendo las plantas, una altura adecuada (entre 1,0-1,3 m), que no ameritó regulación.

La fertilización se fundamentó en el análisis de suelo, que determinó al nitrógeno como el elemento faltante. Se realizaron dos aplicaciones de fertilizantes, a los 20 y 42 dds, empleando la mezcla de urea + YaraMila® (1:2). En cada ocasión se aplicó 135 kg ha<sup>-1</sup> de la mezcla. La cosecha se efectuó el 16 de febrero de 2021. Al término de la cosecha se cortó y retiró del área experimental el rastrojo, para posteriormente quemar, con la finalidad de destruir los sitios de cría o sobrevivencias de las plagas del aldonero.

#### 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 asperellum*) + 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 incorporó el talco y se agitó hasta que las semillas estaban sueltas y no se peguen.

A continuación, los porcentajes utilizados en función de la cantidad de semillas a cubrir.

Ingredientes	%
Semillas	72,67
Bentonita: talco	3,77
Talco	2,85
Agua	8,9
Aceite	0,54
Goma Xanthan	0,54
Pasta (conidias)	10,73
TOTAL	100%

#### Levantamiento de la información

**Colonización de *Trichoderma* en el área experimental:** previo a la siembra se tomó una muestra única de suelo a partir de submuestras colectadas dentro del área experimental. Treinta 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, donde se realizaron los análisis respectivos para el conteo de las unidades formadoras de colonia (UFC) en cada muestra. Además, se realizó la identificación molecular de la cepa utilizada en este estudio (*Trichoderma asperellum*).

#### Variables agronómicas

Durante el desarrollo del experimento, se registró información de las siguientes variables:

**Porcentaje de emergencia:** se registró a los 7, 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 efectuaron evaluaciones a los 28, 55 y 84 dds. Para esto, se marcaron aleatoriamente cinco 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):** a los 112 dds, se registró en las cinco plantas marcadas, el diámetro del tallo a una altura de 10 cm desde la base del suelo. Para el efecto se utilizó un calibrador “vernier”.

**Número promedio de ramas/planta:** a los 58 dds, se efectuó una evaluación del número de ramas/planta. Para el efecto, se contabilizó el número de ramas por plantas marcadas, considerándose a partir de la primera rama vegetativa.

**Número de ramas/planta arriba de la primera flor:** se contabilizó el número de ramas/planta, ubicadas arriba de la emisión de la primera flor en las plantas marcadas. Esta evaluación se la realizó a los 65 dds.

**Número promedio de entrenudos/planta:** desde la rama vegetativa hasta el ápice, se contabilizó el número de entrenudos, en cada una de las cinco plantas marcadas. Esta evaluación se efectuó a los 122 dds.

**Longitud de entrenudos (cm):** a los 65 dds se registró la longitud de los cinco entrenudos apicales de cada planta marcadas.

**Área radicular y longitud de parte aérea de la planta (cm);** se registraron estas variables a los 30, 62 dds. Se utilizó la técnica destructiva, para lo cual se arrancó en cada ocasión aleatoriamente cinco plantas del área útil de cada parcela experimental. Estas fueron transportadas hasta el laboratorio de Entomología de la EEP, donde se procedió a registrar en planillas, la longitud (cm) de raíz y longitud (cm) de parte aérea.

**Peso fresco (g) de raíz, parte aérea y total:** concluida la medición, se procedió a pesar por separado el contenido de las cinco raíces, parte aérea y peso total en cada unidad experimental en las dos fechas de evaluación.

**Peso de materia seca (MS):** una vez que se registró el peso fresco (g) de las muestras, el material vegetal correspondiente de las cinco plantas (raíces y parte aérea), plenamente identificadas y por separado, fueron colocado en fundas de papel e ingresadas a estufa a 65 °C, donde se las dejó hasta alcanzar un peso constante, obteniéndose el peso de materia seca de raíz, parte aérea y total en cada unidad experimental.

#### Variable fisiológica

**Índice de clorofila:** se realizaron evaluaciones en los días 44 y 63 dds, determinándose el contenido clorofílico en las cinco plantas marcadas. Para esto se utilizó el determinador clorofilímetro Minolta SPAD 502 plus™. Los datos fueron registrados en el tercio superior de las plantas. Se realizaron dos lecturas por cada planta, que correspondieron a una hoja una tierna completamente expandida y la quinta hoja apical (hoja madura). Estas mediciones se realizan en horario entre las 11:00 am a 14:00 pm.

#### Monitoreo de artrópodos y enfermedades en algodón

**Incidencia de gusanos trozadores:** a los 7, 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 patógenos del suelo:** a los 7, 9 y 14 dds, se registró en el área útil de cada parcela, el número total de plantas emergidas y número de plantas afectas por hongos del suelo.

**Incidencia de otros artrópodos-plaga y benéficos:** durante los días 9, 14, 22, 37, 42, 57, 67 y 88 dds, se evaluó la presencia de los principales artrópodos-plaga y benéficos en cada unidad experimental. Dicha información fue utilizada para decidir el momento oportuno de una práctica de control.

#### **Variables productivas**

**Número de botones florales/planta:** se contabilizó a los 37, 51 y 84 dds, el número de botones florales, en las cinco plantas marcadas de cada parcela útil.

**Número de flores/planta:** en los días 51 y 84 dds, se contabilizó el número de flores/planta marcada.

**Número de bellotas/planta:** se realizó una evaluación a los 84 dds, del número de bellotas en las cinco plantas marcadas.

**Rendimiento en kg/parcela y kg ha<sup>-1</sup>:** se realizó un solo pase de cosecha a los 151 dds, registrándose el peso en kg/parcela útil, que luego fue transformado a rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>.

#### **RESULTADOS**

##### **Colonización de *Trichoderma* en el área experimental**

Según los análisis de laboratorio, no fue registrada la presencia de la cepa *Trichoderma asperellum* en ninguna de las 32 muestras de suelo, correspondiente a las parcelas experimentales. Esta información fue corroborada con los análisis moleculares realizados a los organismos presentes en las muestras.

##### **Variables agronómicas**

Cuando se analizó el porcentaje de emergencia de las plantas de algodón a los 7, 9 y 14 dds, El ADEVA estableció diferencias estadísticas significativas para el factor A. variedades en estudio, en las tres fechas de evaluación ( $P < 0,05$ ); no así, para el factor B. tratamiento de la semilla con *Trichoderma asperellus* ( $P > 0,05$ ). Según la prueba de separación de medias Tukey, las variedades BRS-336 y Coker se destacaron significativamente, por su mayor porcentaje de emergencia en las tres fechas de evaluación, presentando incluso BRS-336 valores superiores a la Coker con promedios de hasta 66,77% de emergencia, no obstante ser una semilla almacenada desde noviembre de 2018 (**Tabla 24**).

**Tabla 24.** Porcentaje de emergencia de semilla a los 7, 9 y 14 dds observada entre los factores estudiados en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma sp.* Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Factores en estudio	Porcentaje de emergencia		
	7 dds	9 dds	14 dds
<b>A. Variedades de algodón</b>			
BRS-336	62,55 a	64,53 a	66,77 a
DP Acala-90	47,50 b	49,69 b	50,21 b
Coker	56,46 a	58,85 a	61,19 a
Promedio	55,50	57,69	59,39
<i>Tukey</i>	6,57	6,97	5,79
<b>B. Tratamiento con <i>Trichoderma</i></b>			
Semilla tratada	54,41	56,18	58,68
Semilla sin tratar	56,60	59,20	60,10
Promedio	55,50	57,69	59,39
<i>Tukey</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Comparaciones</b>			
BRS-336 con linter con <i>Trichoderma</i>	49,27 b	51,15 b	54,38 b
BRS-336 con linter sin <i>Trichoderma</i>	75,83 a	77,92 a	79,17 a
BRS-336 sin linter con <i>Trichoderma</i>	38,44 c	41,98 c	44,69 b
BRS-336 sin linter sin <i>Trichoderma</i>	42,40 bc	44,38 bc	47,40 b
Promedio	51,48	53,85	56,41
<i>Tukey</i>	8,87	9,02	10,09
CV (%)	9,06	8,67	7,87

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

*ns* = no significativo

CV (%) = Coeficiente de Variación

Hubo respuesta estadística significativa en la comparación de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma*. Según *Tukey*, se destacó significativamente el tratamiento de la variedad BRS-336 con linter sin *Trichoderma*, al presentar en las tres fechas, porcentajes de emergencia superiores de hasta 79,17% a los 14 dds. Mientras que, la variedad BRS-336 sin linter y con *Trichoderma*, reportó los menores porcentajes de emergencia a los 7 y 9 dds (**Tabla 24**).

En la **Tabla 25**, se presentan los valores promedios de las variables altura de planta (cm) y diámetro de tallo (mm). Se puede observar que, no se estableció diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), en los factores en estudio (variedades y tratamiento con *Trichoderma*); así como en las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma* ( $P > 0,05$ ), en ninguna de las fechas de evaluación.

**Tabla 25.** Altura (cm) de planta y diámetro de tallo (mm) de la planta de registrado entre los 28 y 112 dds entre los factores estudiados en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma* sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Factores en estudio	Altura de planta (cm)			Diámetro de tallo (mm)
	28 dds	55 dds	84 dds	112 dds
<b>A. Variedades de algodón</b>				
BRS-336	23,55	48,50	86,50	13,35
DP Acala-90	23,48	55,65	96,33	14,75
Coker	25,13	56,25	95,38	13,23
Promedio	24,05	53,47	92,73	13,78
Tukey	ns	ns	ns	ns
<b>B. Tratamiento con <i>Trichoderma</i></b>				
Semilla tratada	23,82	52,80	92,18	13,85
Semilla sin tratar	24,28	54,13	93,28	13,70
Promedio	24,05	53,47	92,73	13,78
Tukey	ns	ns	ns	ns
<b>Comparaciones</b>				
BRS-336 con linter con <i>Trichoderma</i>	23,40	49,65	82,30	12,45
BRS-336 con linter sin <i>Trichoderma</i>	23,70	47,35	90,70	14,75
BRS-336 sin linter con <i>Trichoderma</i>	23,30	54,15	99,60	14,75
BRS-336 sin linter sin <i>Trichoderma</i>	23,65	57,15	93,05	10,30
Promedio	23,51	52,08	91,41	13,06
Tukey	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8,50	10,36	13,17	12,55

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

CV (%) = Coeficiente de Variación

Al analizar la variable número promedio de ramas/planta a los 58 dds, El ADEVA, determinó diferencias estadísticas significativas para el factor A. variedades en estudio, ( $P < 0,05$ ); mientras que en el factor B. tratamiento de la semilla con *Trichoderma asperellus*, no se evidenció diferencias significativas ( $P > 0,05$ ). Según la prueba de Tukey, se destacaron nuevamente las variedades BRS-336 y Coker, al presentar mayor valor promedio de ramas/planta (**Tabla 26**). No hubo respuesta estadística significativa ( $P > 0,05$ ), en la comparación de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma* (**Tabla 26**).

Con relación a la variable número de ramas/planta arriba de la primera flor, no se estableció diferencias estadísticas significativas, en los factores en estudio (variedades y tratamiento con *Trichoderma*); así como en las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma* ( $P > 0,05$ ), evaluada a los 65 dds (**Tabla 26**).



**Tabla 26.** Número promedio de ramas/planta y número de ramas/planta de algodón arriba de la primera flor registrados entre los 58 y 65 dds entre los factores estudiados en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma* sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Factores en estudio	No. promedio de ramas/planta	No. de ramas/planta arriba de la primera flor
<b>A. Variedades de algodón</b>		
	<b>58 dds</b>	<b>65 dds</b>
BRS-336	10,65 a	7,63
DP Acala-90	9,33 b	7,90
Coker	9,80 ab	7,90
Promedio	9,93	7,81
Tukey	1,26	ns
<b>B. Tratamiento con <i>Trichoderma</i></b>		
Semilla tratada	9,78	7,57
Semilla sin tratar	10,07	8,05
Promedio	9,93	7,81
Tukey	ns	ns
<b>Comparaciones</b>		
BRS-336 con linter con <i>Trichoderma</i>	10,3	7,60
BRS-336 con linter sin <i>Trichoderma</i>	11	7,65
BRS-336 sin linter con <i>Trichoderma</i>	10,6	7,20
BRS-336 sin linter sin <i>Trichoderma</i>	10,3	7,80
Promedio	10,55	7,56
Tukey	ns	ns
CV (%)	8,51	9,15

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

CV (%) = Coeficiente de Variación

No hubo respuesta estadística significativa de los factores en estudio (variedades y tratamiento con *Trichoderma*); así como en las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma* ( $P's > 0,05$ ), sobre las variables número promedio de entrenudos/planta y longitud promedio de los cinco entrenudos apicales/planta de algodón, registrados a los 122 y 65 dds, respectivamente (Tabla 27).

**Tabla 27.** Número promedio de entrenudos/planta y longitud promedio de los cinco entrenudos apicales/planta de algodón registrados entre los 122 y 65 dds, respectivamente entre los factores estudiados en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.*

Factores en estudio	Número promedio de entrenudos/planta		Longitud (cm) de los cinco entrenudos apicales/planta	
	122 dds	65 dds	122 dds	65 dds
<b>A. Variedades de algodón</b>				
BRS-336	14,05	5,43		
DP Acala-90	14,80	5,91		
Coker	14,58	6,30		
Promedio	14,48	5,88		
Tukey	ns	ns		
<b>B. Tratamiento con <i>Trichoderma</i></b>				
Semilla tratada	14,03	5,77		
Semilla sin tratar	14,92	5,59		
Promedio	14,48	5,68		
Tukey	ns	ns		
<b>Comparaciones</b>				
BRS-336 con linter con <i>Trichoderma</i>	13,10	5,27		
BRS-336 con linter sin <i>Trichoderma</i>	15,00	5,59		
BRS-336 sin linter con <i>Trichoderma</i>	15,95	5,59		
BRS-336 sin linter sin <i>Trichoderma</i>	14,10	5,78		
Promedio	14,54	5,56		
Tukey	ns	ns		
CV (%)	11,37	10,87		

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

CV (%) = Coeficiente de Variación

En la **Tabla 28**, se presentan los valores promedios de la variable longitud (cm) de raíz y parte aérea de la planta de algodón, registrados a los 30 y 62 dds. No se estableció diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), en los factores en estudio (variedades y tratamiento con *Trichoderma*); así como en las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma* ( $P > 0,05$ ), en las fechas de evaluación.

**Tabla 28.** Longitud (cm) promedio de raíz y parte aérea de la planta de algodón registrado a los 30 y 62 dds entre los factores estudiados en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.*

Factores en estudio	Longitud (cm)			
	Raíz		Parte aérea	
A. Variedades de algodón	30 dds	62 dds	30 dds	62 dds
BRS-336	14,69	32,32	22,22	67,66
DP Acala-90	14,66	31,55	23,42	71,37
Coker	16,09	33,01	24,99	77,99
Promedio	15,15	32,29	23,54	72,34
Tukey	ns	ns	ns	ns
B. Tratamiento con <i>Trichoderma</i>				
Semilla tratada	15,19	31,92	23,10	69,16
Semilla sin tratar	15,10	32,66	23,98	75,53
Promedio	15,15	32,29	23,54	72,34
Tukey	ns	ns	ns	ns
Comparaciones				
BRS-336 con linter con <i>Trichoderma</i>	14,95	31,90	21,43	63,06
BRS-336 con linter sin <i>Trichoderma</i>	14,44	32,74	23,01	72,27
BRS-336 sin linter con <i>Trichoderma</i>	15,54	30,08	21,74	63,41
BRS-336 sin linter sin <i>Trichoderma</i>	13,05	33,31	20,66	64,09
Promedio	14,49	32,00	21,71	65,71
Tukey	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12,00	9,08	9,47	13,34

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

CV (%) = Coeficiente de Variación

Al analizar los resultados de las variables peso fresco de raíz, parte aérea y peso total de la planta de algodón registrado a los 30 y 62 dds, el ADEVA, tampoco estableció diferencias estadísticas significativas, en los factores en estudio (variedades y tratamiento con *Trichoderma*); así como en las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma* ( $P's > 0,05$ ) (Tabla 29).

**Tabla 29.** Peso fresco de raíz, parte aérea y total de la planta de algodón obtenidas a los 30 y 62 dds entre los factores estudiados en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.*

Factores en estudio	Peso fresco (g)
---------------------	-----------------

	30 dds			62 dds		
	Raíz	Parte aérea	Peso total	Raíz	Parte aérea	Peso total
<b>A. Variedades de algodón</b>						
BRS-336	4,08	44,50	48,58	72,38	740,00	812,38
DP Acala-90	6,50	72,60	79,10	69,50	700,25	769,75
Coker	6,95	70,04	76,99	71,38	881,88	953,25
Promedio	5,84	62,38	68,22	71,08	774,04	845,13
Tukey	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>B. Tratamiento con <i>Trichoderma</i></b>						
Semilla tratada	5,97	56,20	62,17	69,25	713,83	783,08
Semilla sin tratar	5,72	68,56	74,28	72,92	834,25	907,17
Promedio	5,84	62,38	68,22	71,08	774,04	845,13
Tukey	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Comparaciones</b>						
BRS-336 con linter con <i>Trichoderma</i>	3,95	43,08	47,03	68,00	615,75	683,75
BRS-336 con linter sin <i>Trichoderma</i>	4,20	45,93	50,13	76,75	864,25	941,00
BRS-336 sin linter con <i>Trichoderma</i>	5,60	60,55	66,15	71,25	689,75	761,00
BRS-336 sin linter sin <i>Trichoderma</i>	4,68	46,65	51,33	76,25	688,00	764,25
Promedio	4,61	49,05	53,66	73,06	714,44	787,50
Tukey	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	38,87	43,43	42,78	19,95	28,52	27,32

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

CV (%) = Coeficiente de Variación

Cuando se analizaron los resultados de las variables peso de Materia Seca de raíz, parte aérea y total de la planta de algodón, registrados a los 30 y 62 dds, El ADEVA, determinó diferencias estadísticas significativas solo para el factor A. variedades en estudio, ( $P < 0,05$ ); mientras que en el factor B. tratamiento de la semilla con *Trichoderma asperellus* y las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma*, no se evidenciaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ). Según la prueba de separación de medias Tukey, las variedades Coker y DP Acala-90, se destacaron significativamente, al presentar mayor peso promedio de materia seca de la parte aérea de la planta y mayor peso total de la planta (raíz + parte aérea), a los 30 dds (Tabla 30).

**Tabla 30.** Peso de Materia Seca de raíz, parte aérea y total de la planta de algodón registrado a los 30 y 62 dds entre los factores estudiados en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.*

Factores en estudio	Peso Materia Seca (g)	
	30 dds	62 dds

	Raíz	Parte aérea	Peso total	Raíz	Parte aérea	Peso total
<b>A. Variedades de algodón</b>						
BRS-336	0,91	8,35 b	9,26 b	28,50	194,13	222,63
DP Acala-90	1,23	11,11 ab	12,34 ab	26,88	213,00	239,88
Coker	1,31	13,35 a	14,66 a	29,38	241,63	271,00
Promedio	1,15	10,94	12,09	28,25	216,25	244,50
<i>Tukey</i>	<i>ns</i>	<i>3,85</i>	<i>3,56</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>B. Tratamiento con <i>Trichoderma</i></b>						
Semilla tratada	1,19	10,22	11,41	26,33	191,92	218,25
Semilla sin tratar	1,11	11,66	12,77	30,17	240,58	270,75
Promedio	1,15	10,94	12,09	28,25	216,25	244,50
<i>Tukey</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Comparaciones</b>						
BRS-336 con linter con <i>Trichoderma</i>	0,90	8,00	8,90	27,75	159,00	186,75
BRS-336 con linter sin <i>Trichoderma</i>	0,93	8,70	9,63	29,25	229,25	258,50
BRS-336 sin linter con <i>Trichoderma</i>	1,18	8,03	9,20	27,75	207,25	235,00
BRS-336 sin linter sin <i>Trichoderma</i>	1,05	8,23	9,28	28,75	152,75	181,50
Promedio	1,01	8,24	9,25	28,38	187,06	215,44
<i>Tukey</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
CV (%)	34,48	28,83	29,25	23,14	35,71	33,31

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

*ns* = no significativo

CV (%) = Coeficiente de Variación

### Variable fisiológica

En la **Tabla 31**, se presentan los valores promedios de la variable del Índice de clorofila (pigmentos fotosintéticos), registrados a los 44 y 63 dds, en dos tipos de hoja de algodón que correspondieron a la última hoja tierna expandida y la quinta hoja desde el ápice (hoja madura). No hubo respuesta estadística significativa, en esta variable a los factores en estudio (variedades y tratamiento con *Trichoderma*); así como en las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma* ( $P's > 0,05$ ), en las fechas de evaluación.

**Tabla 31.** Valores promedio del Índice de clorofila (pigmentos fotosintéticos) en dos tipos de hoja de algodón registrado a los 44 y 63 dds entre los factores estudiados en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma sp.* Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Factores en estudio	Índice de clorofila (pigmentos fotosintéticos) en hojas
---------------------	---

A. Variedades de algodón	Última hoja tierna expandida		Hoja madura	
	44 dds	63 dds	44 dds	63 dds
BRS-336	38,29	42,63	35,30	42,81
DP Acala-90	36,88	40,80	32,27	40,14
Coker	36,63	41,04	31,72	40,80
Promedio	37,27	41,49	33,09	41,25
Tukey	ns	ns	ns	ns
B. Tratamiento con <i>Trichoderma</i>				
Semilla tratada	36,75	41,01	33,13	41,10
Semilla sin tratar	37,79	41,97	33,05	41,39
Promedio	37,27	41,49	33,09	41,25
Tukey	ns	ns	ns	ns
Comparaciones				
BRS-336 con linter con <i>Trichoderma</i>	37,77	42,03	35,75	43,62
BRS-336 con linter sin <i>Trichoderma</i>	38,81	43,23	34,85	41,99
BRS-336 sin linter con <i>Trichoderma</i>	40,35	43,18	34,27	42,68
BRS-336 sin linter sin <i>Trichoderma</i>	37,46	43,00	31,08	40,98
Promedio	38,60	42,86	33,99	42,32
Tukey	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5,25	4,07	11,59	7,60

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

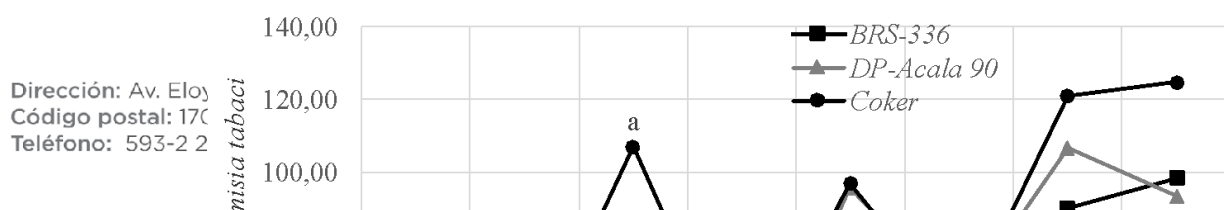
CV (%) = Coeficiente de Variación

### Monitoreo de artrópodos y enfermedades en algodón

Durante esta investigación se registró la incidencia de una diversidad de artrópodos-plaga asociadas al cultivo de algodón, pudiéndose destacar por sus poblaciones, principalmente la presencia de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae); trips *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae); pulgón del algodón *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) y la araña roja *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae). También fue constatada la presencia de otras plagas, pero con menor incidencia y de forma errática, citándose entre ellos al minador del algodón *Bucculatrix thurberiella* (Lepidoptera: Lyonetiidae); *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae); *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) y gusano defoliador del algodón *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae).

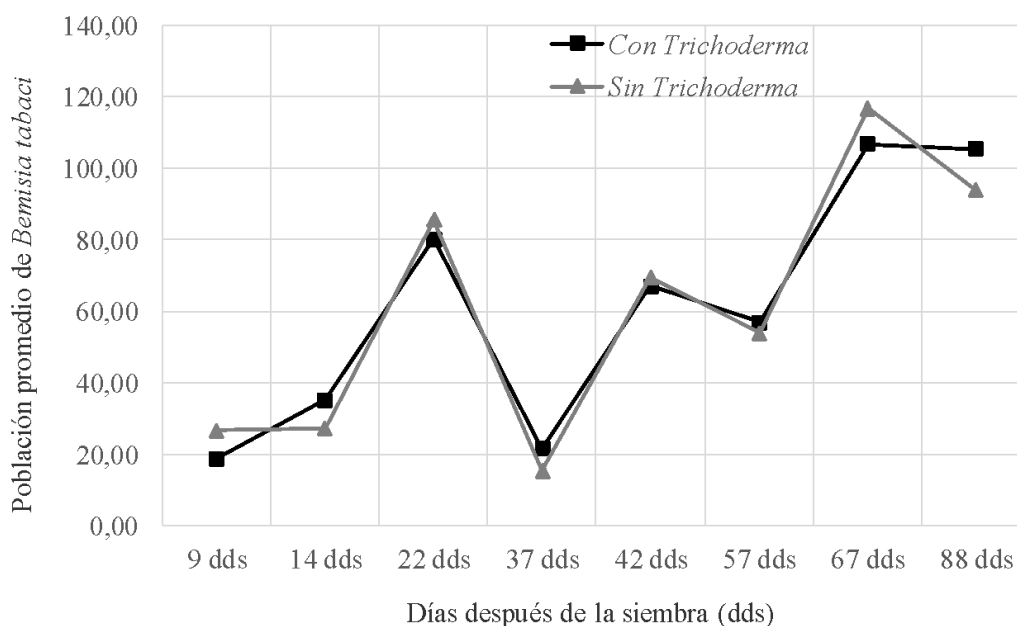
A continuación, se describe el comportamiento poblacional de los artrópodos-plaga de mayor incidencia en esta investigación.

En las **Figura 45, 46 y 47**, se presenta la fluctuación poblacional de la mosca blanca *B. tabaci*, que fue la especie plaga de mayor incidencia entre los factores en estudio y la comparación entre testigos. Se observa un paralelismo en el ritmo poblacional de la mosca blanca entre los factores y sus comparaciones, a lo largo del tiempo, lo cual ratifica un comportamiento propio de esta plaga, indiferente a los factores en estudio. El análisis de varianza, solo estableció diferencias estadísticas significativas en el factor A. Variedades en estudio ( $P < 0,05$ ). Las poblaciones de esta plaga se mantuvieron elevadas a lo largo del crecimiento y desarrollo del algodón. Sin embargo, la prueba determinó que, sólo hubo diferencias significativas a los 22 dds, diferenciándose de las demás la variedad BRS-336, al presentar el menor promedio de moscas blancas/planta. Es interesante resaltar que esta variedad mantuvo siempre en todas las evaluaciones, poblaciones por debajo de las otras dos variedades (**Figura 45**).

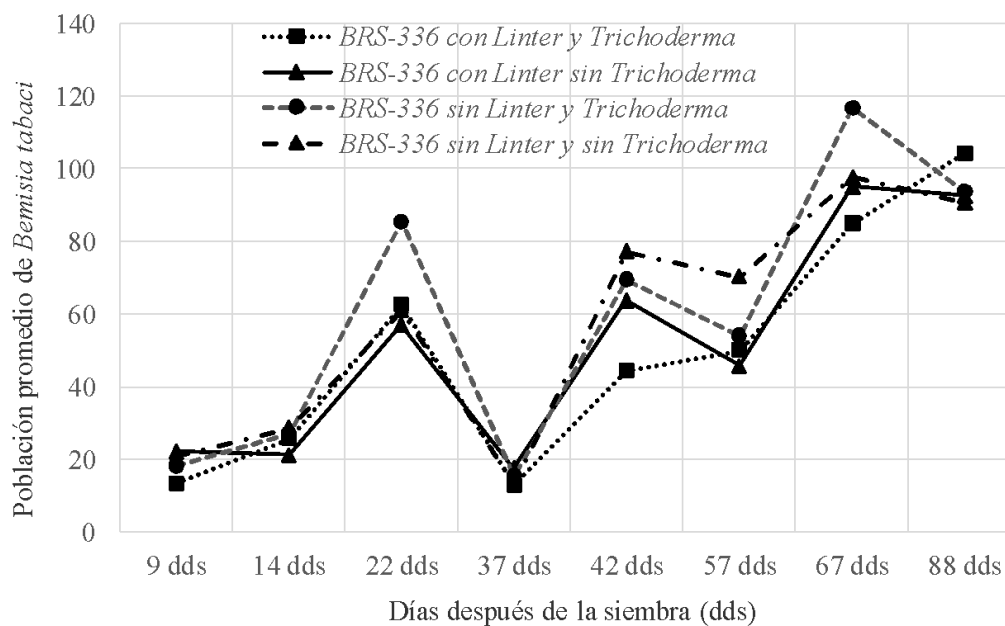


**Figura 45.** Comportamiento poblacional de adultos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* en tres variedades de algodón en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma* sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Con relación al factor B. tratamiento de la semilla con *Trichoderma asperellus* y las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma*, no se evidenciaron diferencias significativas ( $P's > 0,05$ ) (Figuras 46 y 47).



**Figura 46.** Comportamiento poblacional de adultos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* en el algodón cultivado con semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma* sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.



**Figura 47.** Comparación del comportamiento poblacional de adultos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* presentes en la variedad BRS-336 con la presencia o ausencia de linter y el recubrimiento de la semilla con *Trichoderma*, en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma* sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

En la **Tabla 32**, se observan los valores promedios y el día en que presentaron la mayor incidencia poblacional otras tres plagas presentes en este estudio: pulgón *A. gossypii*; trips *Frankliniella* spp. y araña roja *Tetranychus* spp., presentes en los días 42, 88 y 88 después de la siembra, respectivamente. El ADEVA, no estableció diferencias estadísticas significativas en los factores en estudio (variedades y tratamiento con *Trichoderma*); ni en las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma* ( $P's > 0,05$ ), para ninguna de estas plagas, en las fechas de evaluación.

**Tabla 32.** Valores promedio de cinco plantas y fecha de máxima población de otros artrópodos herbívoros de importancia en el algodón: *Frankliniella* spp., *Aphis gossypii* y *Tetranychus* sp. registrada entre los factores estudiados en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma* sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Factores en estudio	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Frankliniella</i> spp.	<i>Tetranychus</i> sp.
<b>A. Variedades de algodón</b>	<b>42 dds</b>	<b>88 dds</b>	<b>88 dds</b>
BRS-336	20,00	16,50	78,38
DP Acala-90	42,50	21,25	90,63
Coker	17,13	18,50	73,25
Promedio	26,54	18,75	80,75
Tukey	ns	ns	ns
<b>B. Tratamiento con <i>Trichoderma</i></b>			
Semilla tratada	22,92	17,75	75,33
Semilla sin tratar	30,17	19,75	86,17
Promedio	26,54	18,75	80,75
Tukey	ns	ns	ns
<b>Comparaciones</b>			
BRS-336 con linter con <i>Trichoderma</i>	10,25	10,75	64,25
BRS-336 con linter sin <i>Trichoderma</i>	29,75	22,25	92,50
BRS-336 sin linter con <i>Trichoderma</i>	47,00	17,00	70,75
BRS-336 sin linter sin <i>Trichoderma</i>	43,75	15,00	66,25
Promedio	32,69	16,25	73,44
Tukey	ns	ns	ns
CV (%)	110,67	44,90	37,53

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

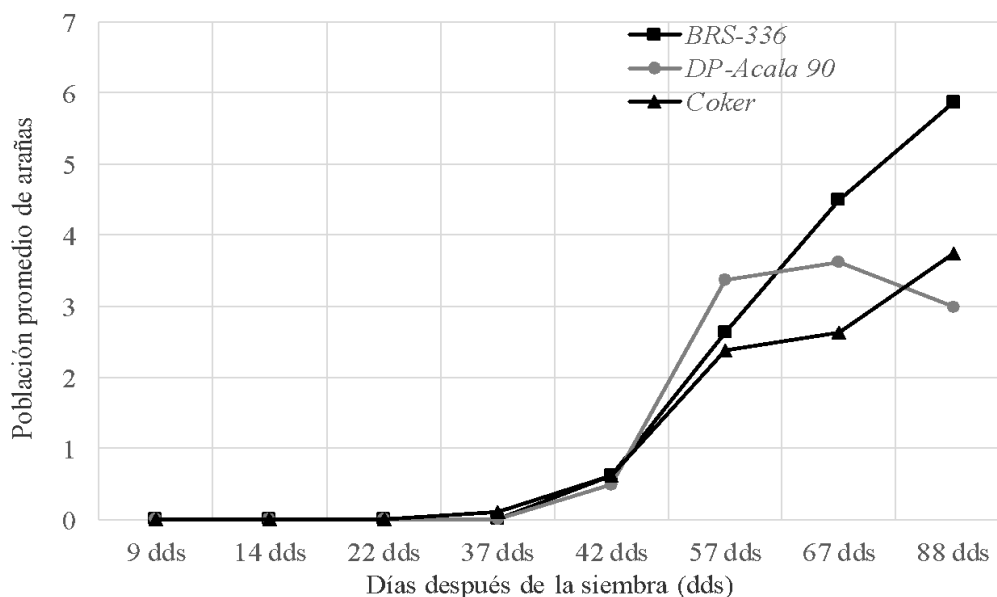
CV (%) = Coeficiente de Variación

Con relación a los artrópodos benéficos, se constató la ocurrencia de una diversidad de importantes artrópodos-benéficos en el cultivo de algodón: arañas (Araneae: Salticidae); chinche *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae); trips *Frankliniella thrips* (thysanoptera: Aeolothripidae); mariquitas, *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea*, *Cheilomenes* sp., (Coleoptera: Coccinellidae); *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) y *Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae).

En las **Figura 48, 49 y 50**, se presenta la fluctuación poblacional de arañas depredadoras, siendo los benéficos más abundantes entre los factores en estudio y la comparación entre

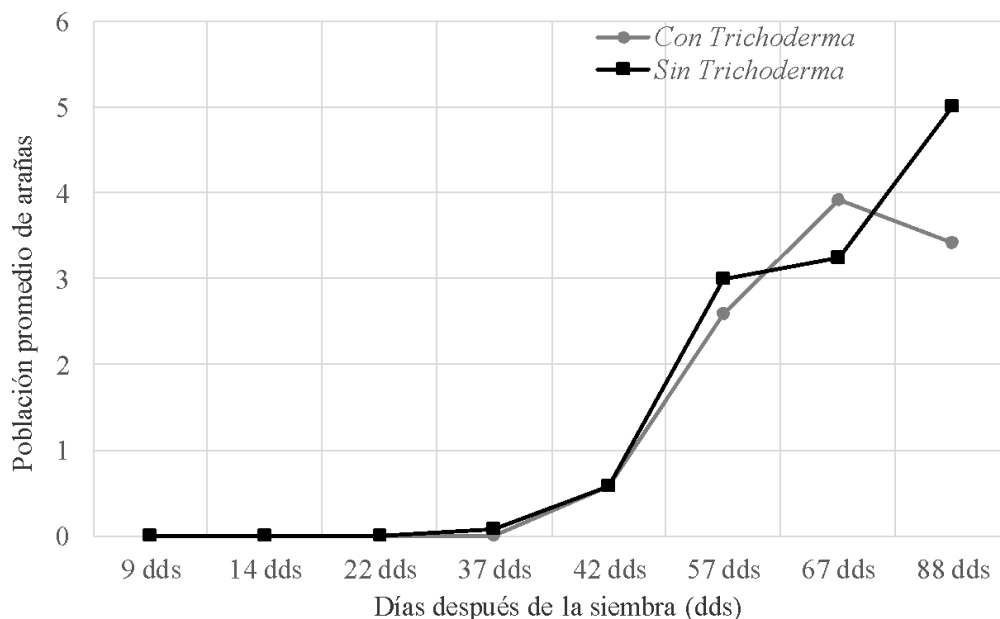


testigos. De manera general, se observa que, el ritmo de crecimiento de las poblaciones de estas arañas está asociada a la mayor presencia de artrópodos presa, esto es a partir de los 42 dds. El análisis de varianza, no determinó diferencias estadísticas significativas ( $P's > 0,05$ ), para ningún factor (variedades y tratamiento de la semilla con *Trichoderma asperellus*), ni comparación entre testigos (variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma*).

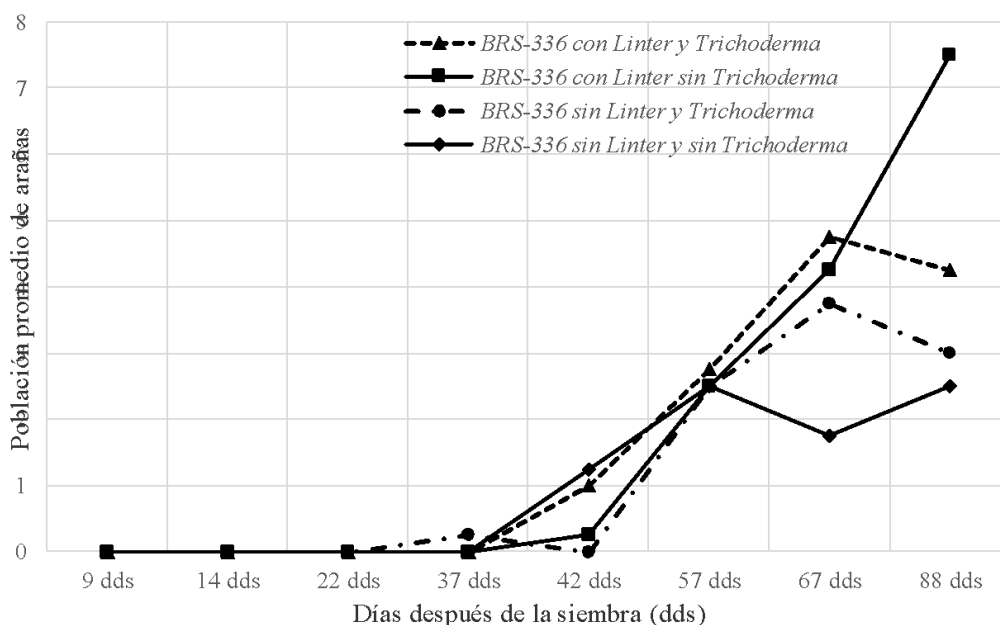


**Figura 48.** Comportamiento poblacional de adultos de arañas depredadoras en tres variedades de algodón en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma sp.* Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

No obstante, no existir diferencias estadísticas significativas, se observa que, la variedad de algodón BRS-336, presenta un mayor crecimiento poblacional de arañas depredadoras a partir de los 67 dds. En relación al efecto *Trichoderma*, se aprecia que, tanto en el factor B. tratamiento de la semilla con *T. asperellus* como en las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma*, hay una tendencia a presentarse una mayor población de arañas en aquellas parcelas establecidas con semilla no tratadas con esta cepa de *Trichoderma* (Figura 49 y 50).



**Figura 49.** Comportamiento poblacional de adultos de arañas depredadoras en el algodón cultivado con semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma* sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.



**Figura 50.** Comparación del comportamiento poblacional de adultos de arañas depredadoras presentes en la variedad BRS-336 con la presencia o ausencia de linter y el recubrimiento de la semilla con *Trichoderma*, en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma* sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

En la **Tabla 33**, se presentan los valores promedios y el día en que alcanzaron la mayor ocurrencia poblacional las otras cinco especies de controladores biológicos en esta investigación: chinche *Orius* spp.; trips *F. vespiformis*; Coccinelidae (*H. convergens*, *C. sanguinea*, *Cheilomenes* sp.); *Zelus* sp. y *Chrysoperla* sp., en los días 57, 88, 57, 88 y 88 dds, respectivamente. El ADEVA, no estableció diferencias estadísticas significativas en los factores en estudio (variedades y tratamiento con *Trichoderma*); ni en las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma*

( $P > 0,05$ ), en ninguna de estas especies depredadoras, en las fechas de evaluación señaladas, salvo la especie *Orius* sp. que, a los 57 dds, presentó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), de sus poblaciones en el factor A. Variedades de algodón, destacándose según la prueba de Tukey, la variedad DP Acala -90, al presentar un mayor promedio de individuos de *Orius* sp./planta, seguido de la variedad Coker, misma que, no obstante no mostrar diferencias significativas, si mantuvo una tendencia a presentar mayor población de las otras especies de depredadores en las fechas citadas.

**Tabla 33.** Valores promedio de cinco plantas y fecha de máxima población de los principales artrópodos benéficos registrada entre los factores estudiados en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma* sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

Factores en estudio	<i>Orius</i> spp.	<i>Franklinothrip</i> s sp.	Coccinellidae	<i>Zelus</i> spp.	<i>Chrysopa</i> rila sp.
<b>A. Variedades de algodón</b>	<b>57 dds</b>	<b>88 dds</b>	<b>57 dds</b>	<b>88 dds</b>	<b>88 dds</b>
BRS-336	0,38 b	2,25	2,13	0,63	1,00
DP Acala-90	1,50 a	1,50	1,50	0,25	1,25
Coker	0,88 ab	2,13	3,25	0,75	2,38
Promedio	0,92	1,96	2,29	0,54	1,54
Tukey	0,90	ns	ns	ns	ns
<b>B. Tratamiento con <i>Trichoderma</i></b>					
Semilla tratada	1,00	1,67	1,92	0,58	1,33
Semilla sin tratar	0,83	2,25	2,67	0,50	1,75
Promedio	0,92	1,96	2,29	0,54	1,54
Tukey	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Comparaciones</b>					
BRS-336 con linter con <i>Trichoderma</i>	0,25	2,25	1,75	0,75	0,75
BRS-336 con linter sin <i>Trichoderma</i>	0,50	2,25	2,50	0,50	1,25
BRS-336 sin linter con <i>Trichoderma</i>	0,50	2,50	2,75	0,25	0,25
BRS-336 sin linter sin <i>Trichoderma</i>	0,50	1,25	3,75	0,50	1,75
Promedio	0,44	2,06	2,69	0,50	1,00
Tukey	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	87,54	87,50	59,51	132,37	119,60

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

CV (%) = Coeficiente de Variación

### Variables productivas

Al analizar la variable número promedio de botones florales/planta a los 37, 51 y 84 dds, el ADEVA, determinó diferencias estadísticas significativas para el factor A. variedades en estudio, ( $P < 0,05$ ), a los 37 dds; mientras que en el factor B. tratamiento de la semilla con *T. asperellus* y las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma*, no se evidenció diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), en ninguna fecha de evaluación. Según la prueba de separación de medias Tukey, se destacaron las variedades Coker y DP Acala-90, al presentar mayor valor promedio de botones florales/planta (**Tabla 34**).

En referencia al número de flores, registrado a los 51 y 84 dds, no se estableció diferencias estadísticas significativas, en los factores en estudio (variedades y tratamiento con *Trichoderma*); así como en las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma* ( $P > 0,05$ ) (**Tabla 34**).

**Tabla 34.** Número promedio de botones, flores y bellotas/planta de algodón registrados entre los 37 y 84 dds entre los factores estudiados en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma sp. Teodomira-Santa Ana.2020-2021*.

Factores en estudio	Número promedio de botones, flores y bellotas/planta					
	Botones florales			Flores		Bellotas
	37 dds	51 dds	84 dds	51 dds	84 dds	84 dds
<b>A. Variedades de algodón</b>						
BRS-336	12,75 b	45,00	29,63	0,13	7,50	71,88 a
DP Acala-90	16,50 ab	49,88	34,25	0,50	8,75	74,50 a
Coker	19,00 a	47,50	29,63	0,38	9,13	56,50 b
Promedio	16,08	47,46	31,17	0,33	8,46	67,63
Tukey	3,67	ns	ns	ns	ns	12,34
<b>B. Tratamiento con <i>Trichoderma</i></b>						
Semilla tratada	15,42	45,67	31,67	0,25	8,92	68,08
Semilla sin tratar	16,75	49,25	30,67	0,42	8,00	67,17
Promedio	16,08	47,46	31,17	0,33	8,46	67,63
Tukey	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Comparaciones</b>						
BRS-336 con linter con <i>Trichoderma</i>	13,25	44,75	24,50	0,00	6,50	68,50
BRS-336 con linter sin <i>Trichoderma</i>	12,25	45,25	34,75	0,25	8,50	75,25
BRS-336 sin linter con <i>Trichoderma</i>	16,00	44,00	41,75	1,50	13,75	67,00
BRS-336 sin linter sin <i>Trichoderma</i>	12,50	42,50	35,00	0,25	10,50	67,75
Promedio	13,50	44,13	34,00	0,50	9,81	69,63
Tukey	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	25,89	10,96	44,90	75,00	58,30	17,75

dds = días después de la siembra

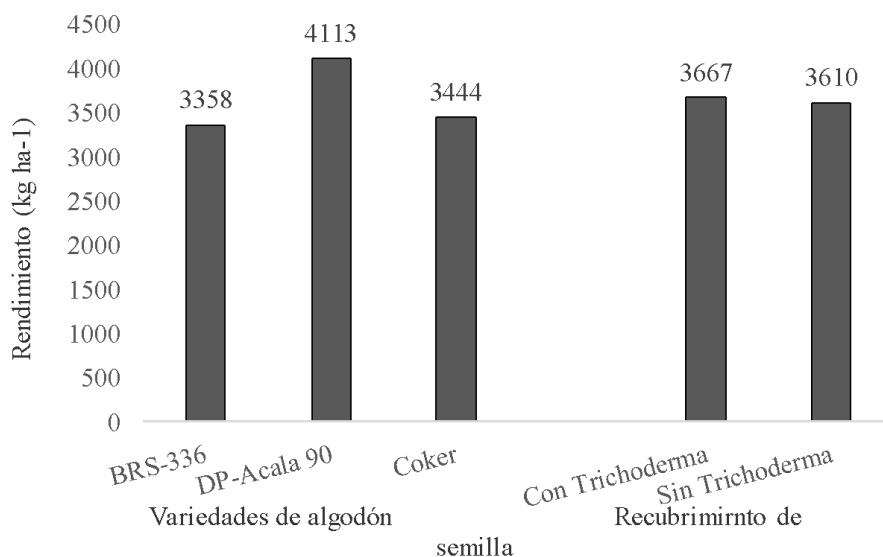
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

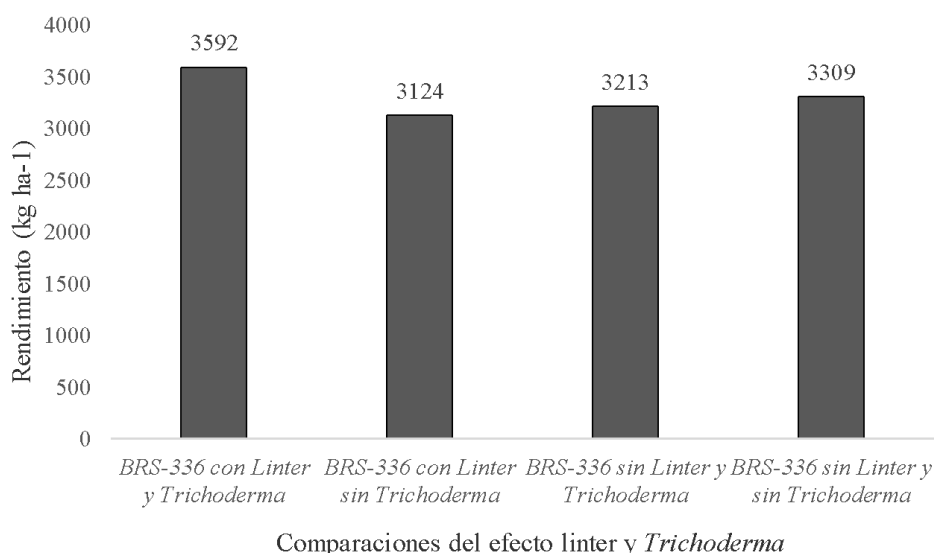
CV (%) = Coeficiente de Variación

Cuando se analizó la variable número de bellotas/plantas, se determinó que si hubo respuesta estadística significativa en el factor A. variedades en estudio ( $P < 0,05$ ), a los 84 dds. Sobresalen significativamente las variedades DP Acala-90 y BRS-336. En tanto que, en el factor B. tratamiento de la semilla con *T. asperellus* y las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma*, no se evidenció diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), en la fecha evaluada (**Tabla 34**).

Finalmente, no hubo respuesta estadística significativa de los factores en estudio (variedades y tratamiento con *Trichoderma*) (**Figura 51**); así como en las comparaciones de la variedad BRS-336 con y sin linter, versus la semilla con y sin recubrimiento de *Trichoderma* ( $P's > 0,05$ ), sobre el rendimiento de algodón en rama ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) (**Figura 52**). No obstante, no hubo diferencias entre los factores, se observó que la variedad DP Acala-90, alcanzó un rendimiento ligeramente superior ( $4113 \text{ kg ha}^{-1}$ ), en comparación con las otras dos variedades (**Figura 51**). Mientras que, en las comparaciones de los testigos, fue la variedad BRS-336 con linter y tratada con *Trichoderma*, que presentó un rendimiento ligeramente superior a las otras comparaciones (**Figura 52**).



**Figura 51.** Valores promedio del rendimiento de algodón en rama ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) registrado entre los factores estudiados en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma sp.* Teodomira-Santa Ana.2020-2021.



**Figura 52.** Valores promedio del rendimiento de algodón en rama ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) obtenidos entre las comparaciones de la variedad BRS-336 con la presencia o ausencia de linter y el recubrimiento de la semilla con *Trichoderma*, en el experimento de recubrimiento de la semilla de algodón con *Trichoderma sp.* Teodomira-Santa Ana.2020-2021.

## CONCLUSIONES

El recubrimiento de semilla de algodón con la cepa de *Trichoderma asperellum* no provocó respuesta significativa en las variables agronómicas, fisiológicas, fitosanitarias y productivas.

*Trichoderma asperellum* no se estableció ni colonizó el área cultivada con semilla recubierta con esta cepa.

Son necesarios otros estudios al respecto para determinar la necesidad de realizar aplicaciones periódicas de *Trichoderma* sp. y provocar así respuestas en las plantas de algodón.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

Barón, 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. y Wendel, J. (1999). Cotton: origin, history, technology, and production. John Wiley y Sons. ISBN 0-471-18045-9.

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-al-canzara-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.

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

International Forum of Agricultural Robotics-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)

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

Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG. (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 algodonero para el desarrollo de la agricultura familiar”: Unidad 1. Tendencias y perspectivas regionales y globales del sector algodonero. 55 p.

FAO 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>

Rodríguez, P. (2014). Diagnóstico de la Cadena del Algodón en Ecuador, 1-2.

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/>.

Shanmugaiah, V.; Balasubramanian, N,S.; Gomathinayagam, M.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. 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.

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

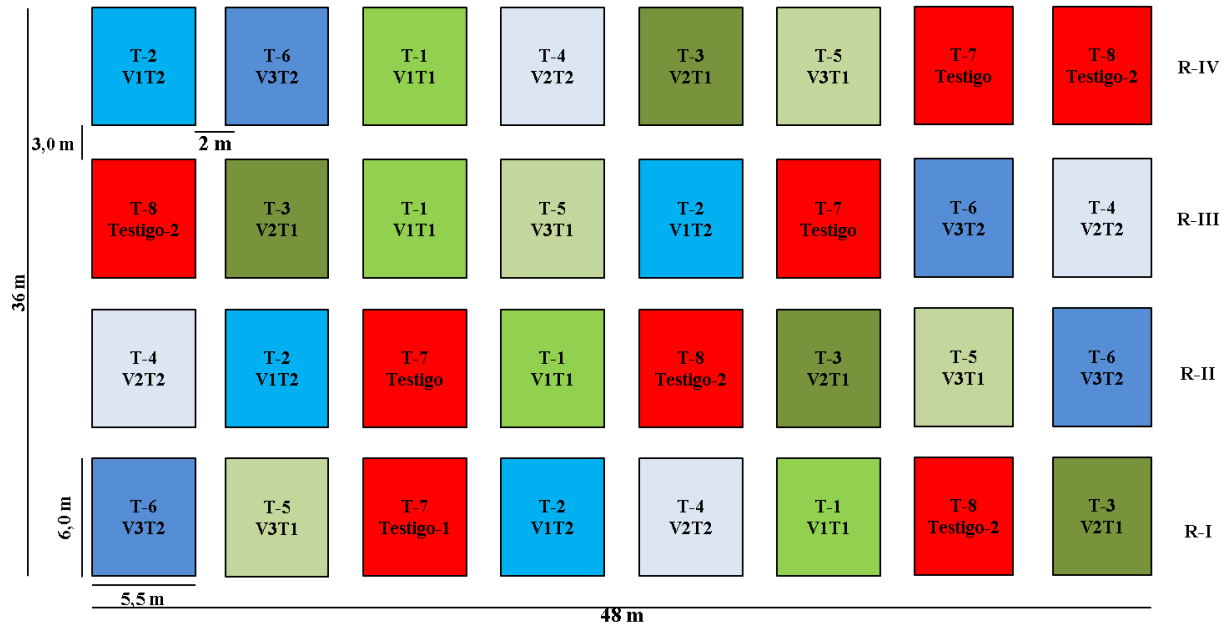
Vivas-Carmona, L. (2017). El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), 67-69. Recuperado en 05 de noviembre de 2019, de:  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-38592017000200001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=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 5. Respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor

### Responsable

Ph.D. Ernesto Cañarte B. (responsable del DNPV-Entomología-EEP)

### Colaboradores

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

Ing. Rafael Sotelo P. (Técnico FAO-INIAP)

Mg. Benny Avellán (Transferencia-INIAP)

Ing. Antonio Pinargote B. (Técnico de campo)

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

Técnicos del MAG-Manabí

Productores algodonereros de Tosagua-Manabí

### ANTECEDENTES

En la actualidad, los productores algodonereros ecuatorianos son considerados como agricultores familiares en transición, hacia la diversificación y/o desactivación. Todas las labores del cultivo son realizadas manualmente, demandando gran cantidad de mano de obra (FAO, 2018b), con un costo de producción en periodo lluvioso de 1.425 USD ha<sup>-1</sup> (INIAP, 2018), lo cual puede convertirse en una limitante de la producción. Varios son los factores que han provocado la reducción de la superficie plantada en Ecuador. Se citan entre otros, los bajos precios de venta, altos costos de producción, así como también, el lento crecimiento del cultivo en su fase inicial y lo prolongado de su ciclo que, puede llegar en nuestras condiciones ambientales (600 mm de precipitación, 28 °C, 650 horas luz durante su ciclo productivo y 160 m s.n.m.) entre los 150 a 160 días. Otros problemas se asocian a la degradación del suelo, que permanece sin cobertura gran parte del año, el tiempo de explotación de este cultivo y la alta tasa de erosión hídrica, que vuelven al sistema insostenible (INIAP, 2018; 2019).

En estas circunstancias, es necesario buscar nuevas opciones de producción para los pequeños algodonereros 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 además de mejorar la dieta y economía del productor, disminuir su preocupación por las pérdidas totales de la producción (Araújo et al., 2006; Gegnehu et al., 2006), debido a factores externos de índole ambiental y problemas fitosanitarios, que también pueden causar pérdidas irreparables al productor (Agrobio, 2017). Esta estrategia es muy utilizada en otros cultivos como la higuera (*Ricinus communis* L.) (Miranda et al., 2011; Furtado et al., 2014), que es uno de los rubros que más favorece la pérdida de suelo y agua, debido a la baja protección que ofrece contra factores erosivos (Rasche et al., 2015).

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 algodón se presta para la producción en sistemas asociados con cultivos alimenticios (maíz, fréjol, maní, haba, trigo, entre otros), como una

opción para reducir los impactos ambientales, incidencia de plagas, incremento de la fauna benéfica y pérdidas económicas (Ramalho y Gonzaga, 1990), ayuda a aumentar la eficiencia del uso de la tierra (Abd El-Hady and El-Khatib, 2002), volviendo al cultivo sostenible.

Con estos antecedentes, surge la necesidad de evaluar las respuesta agronómica, productiva y económica del algodón a la asociación con cultivos alimenticios (maní y maíz), en las condiciones de campo del productor.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Generar conocimientos sobre la respuesta de aspectos agronómicos, productivos y económicos, del algodón a sistemas de asociación con cultivos alimenticios en las condiciones ambientales de la zona algodонера de Manabí.

### Objetivos específicos

Evaluar la respuesta agronómica, fitosanitaria y productiva del algodón en asocio con cultivos alimenticios en las condiciones ambientales de la zona algodонера de Manabí.

Determinar desde la pertinencia biológica y económica, el mejor sistema de asociación de algodón con cultivos alimenticios en las condiciones ambientales de la zona algodонера de Manabí.

Realizar un análisis económico para determinar la mejor asociación de cultivos.

Difundir estas tecnologías con técnicos extensionistas y productores vinculados a la cadena del algodón en Manabí.

## METODOLOGÍA

### Ubicación

La presente investigación se desarrolló entre los meses de marzo a agosto de 2021, en el sitio Casical del cantón Tosagua (0.77° S, 80.25° W), provincia de Manabí.

### Descripción y manejo del experimento

Se estudió la respuesta de la variedad de algodón DP Acala 90, a la asociación con cultivos alimenticios (maní y maíz), cultivados en dos arreglos topológicos (D1 y D2). Se evaluaron cinco tratamientos y dos parcelas de comparación (monocultivos de maní y maíz) que se describen a continuación:

Trat.	Sistema	Distanciamiento en la parcela:		Población (pl ha <sup>-1</sup> )	
		Cultivo principal	Cultivo de asocio	Cultivo principal	Cultivo en asocio
1	Asociación algodón + Maní	Algodón Tres hileras dobles (1,0 x 0,3 m), separadas a 2 m	Maní: dos hileras (0,5 x 0,2m), entre las hileras dobles del algodón	Algodón 25.063	Maní 50.000
2	Asociación algodón + Maní	Algodón Tres hileras dobles (1,0 x 0,3 m), separadas a 2 m	Maní: tres hileras (0,5 x 0,2m), entre las hileras dobles del algodón	Algodón 25.063	Maní 75.188

3	Asociación algodón + Maíz	Algodón Tres hileras dobles (1,0 x 0,3 m), separadas a 2 m	Maíz-choclo: una hilera (0,8 x 0,2m), entre las hileras dobles del algodón	Algodón 25.063	Maíz-cho clo 12.500
4	Asociación algodón + Maíz	Algodón Tres hileras dobles (1,0 x 0,3 m), separadas a 2 m	Maíz-choclo: dos hileras (0,8 x 0,2m), entre las hileras dobles del algodón	Algodón 25.063	Maíz-cho clo 25.000
5	Monocultivo algodón	Hileras simples 1,0 x 0,3 m	--	Algodón 33.333	--
6	Monocultivo maní	Hileras simples 0,5 x 0,2 m	--	maní 200.000	--
7	Monocultivo maíz	Hileras simples 0,8 x 0,2 m	--	Maíz-chocl o 62.500	--

Los cinco tratamientos se distribuyeron en el campo siguiendo un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones.

Debido a las condiciones irregulares del terreno donde se cultiva algodón en el cantón Tosagua, no se realizó una preparación mecanizada del suelo. Antes de sembrar, se realizó una limpieza para eliminar rastrojos. La siembra se realizó de forma manual, utilizando el distanciamiento en función del tratamiento, para el caso de los cuatro tratamientos en sistemas asociados con maní y maíz, se utilizaron tres hileras dobles de algodón (1 x 0,3 m), separadas cada una a dos metros. En el mismo día se sembraron todos los cultivos. Previo a la siembra, la semilla se trató con thiodicarb + imidacloprid (Semeprid) 25 mL /kg de semilla. A los 21 días después de la siembra (dds) de los cultivos, se raleó, dejando una planta por sitio para algodón y maíz y dos plantas/sitio para maní. En esta misma fecha se fertilizó con mezcla de Yaramilla-Urea (135 kg de Yaramilla y 45 kg de Urea). El control de malezas consistió en utilizar antes de la siembra (pendimentalina 4 L ha<sup>-1</sup>) + un quemante (paraquat 4 L ha<sup>-1</sup>), y se complementó con una deshierba manual a los 22 dds. El control fitosanitario se realizó de manera general a todos los cultivos con las siguientes aplicaciones: fungicida Benomil (2 g/L), + Engeo (1 mL/L agua) a los 13 dds, Abamectina 1,5 mL/L agua, (26 dds), Fipronil 0,7 mL/L agua, (40 dds). A los 54 dds se aplicó Engeo solo a maní (1mL/L agua). *Bacillus thuringiensis* (3 mL/L agua) y Fipronil (0,7 mL/L agua) fueron aplicados solamente al algodón a los 68 dds y 103 dds respectivamente. La aplicación del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat se efectuó a los 55 dds en dosis de 0,5 mL/L agua y a los 76 dds en dosis 0,4 mL/L agua. La cosecha de maíz-choclo se realizó a los 76 dds y la de maní a los 109 dds. En algodón se realizaron dos pases de cosechas a los 124 y 147 dds.

#### Levantamiento de la información

En el **algodón** se marcaron cinco plantas aleatorizadas en cada parcela en las cuales se realizó el registro de las siguientes **variables agronómicas**: porcentaje de germinación a los 8 y 13 dds; altura de planta a los 27, 48, 55, 68, 75 y 96 dds; número de entrenudos/planta a los 55 dds, número de ramas/planta a los 80 dds y longitud de entrenudos (cm) a los 55 y 75 dds. Número de botones florales/planta a los 34, 41, 48, 55, 61, 68 y 80 dds; días a cierre de calle; índice de clorofila a los 80 dds; número de flores por planta a los 55, 61, 68, 75, y 80 dds **Variables productivas**: número de bellotas/planta a los 61, 68, 75, 96 y 17 dds; días de inicio de botoneo, floración, formación de bellotas y apertura de la mota; rendimiento de algodón en rama (kg ha<sup>-1</sup>) y porcentaje de fibra y semilla. También fueron evaluadas las **variables fitosanitarias**: porcentaje de plantas trozadas por insectos del suelo de los géneros *Agrotis* sp. y *Spodoptera* sp. y plantas enfermas a los 8 y 13 dds. Para el resto de los artrópodos, se

realizaron evaluaciones a los 27, 48 y 61 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. Para los cultivos de asociación (maní y maíz-choclo), sólo se realizaron evaluaciones de la variable productiva al momento de la cosecha, peso de maní en cáscara ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y para choclo el número de almud/ha. 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):

$$\text{IET} = P_x/M_x + P_y/U_y \quad (1)$$

donde:

$P_x$  es el rendimiento del cultivo  $x$  en policultivo

$M_x$  es el rendimiento del cultivo  $x$  en monocultivo

$P_y$  es el rendimiento del cultivo  $y$  en policultivo

$U_y$  es el rendimiento del cultivo  $y$  en monocultivo

#### Análisis estadístico

Antes de someter los datos al análisis de varianza, se comprobaron 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 hicieron comparaciones de las medias de los tratamientos a través de la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Para el análisis se empleó el paquete Agricolae del software R Studio (R Core Team, 2020).

## RESULTADOS

### Variables agronómicas

En lo que respecta a emergencia de plantas de algodón, se puede notar que no existieron diferencias significativas entre tratamientos. Numéricamente los menores porcentajes se encontraron en el algodón en monocultivo, 14.14% a los 8dds y 16.92% a los 13dds. Los valores de porcentaje de plantas trozadas fueron muy similares entre los tratamientos, sin llegar a manifestarse diferencias estadísticas (Tabla 35).

**Tabla 35.** Valores promedios de porcentaje de germinación, plantas trozadas y plantas enfermas encontradas en los tratamientos del experimento de Respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor. Casical, Tosagua, 2021.

Tratamientos	Porcentaje de emergencia		Porcentaje de plantas trozadas		Porcentaje de plantas enfermas	
	8dds	13dds	8dds	13dds	8dds	13dds
1. Algodón + maní (D1)	26.77	27.10	1.18	0.67	0.00	0.00
2. Algodón + maní (D2)	28.87	57.83	0.76	1.18	0.25	0.34
3. Algodón + maíz (D1)	26.26	27.10	1.01	1.01	0.00	0.00
4. Algodón + maíz (D2)	28.62	30.81	1.01	0.84	0.00	0.34
5. Algodón monocultivo	14.14	16.92	1.26	0.63	0.00	0.00
Tukey	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Promedio	24.93	31.95	1.04	0.87	0.05	0.13
CV %	33.33	0.00	48.28	54.73	66.63	205.40

dds = días después de la siembra

*ns* = no significativo

CV = Coeficiente de variación

Como se observa en la **Tabla 36**, la altura de planta, no fue influenciada por los tratamientos estudiados; siendo los promedios muy similares en todas las evaluaciones, sin llegar a la diferencia estadística. Numéricamente la mayor altura de planta (1.28 m) se encontró en plantas de algodón asociadas a maíz-choclo con la densidad D2, a los 117 dds.

**Tabla 36.** Valores promedios de altura de planta (m) en siete evaluaciones de los tratamientos del experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor. Casical, Tosagua, 2021.

Tratamientos	Altura de planta (cm)						
	27 dds	48 dds	55 dds	68 dds	75 dds	96 dds	117 dds
1. Algodón + maní (D1)	0.23	0.62	0.72	0.85	0.89	0.92	0.94
2. Algodón + maní (D2)	0.23	0.58	0.69	0.80	1.07	1.11	1.11
3. Algodón + maíz (D1)	0.21	0.56	0.67	0.88	1.04	1.12	1.13
4. Algodón + maíz (D2)	0.25	0.71	0.81	0.97	1.07	1.13	1.28
5. Algodón monocultivo	0.21	0.56	0.73	0.85	0.90	0.91	0.98
Tukey	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Promedio	0.23	0.61	0.72	0.87	1.00	1.04	1.09
CV %	26.82	28.39	26.59	26.04	16.90	20.51	16.69

*dds = días después de la siembra*

*ns = no significativo*

*CV = Coeficiente de variación*

En la **Tabla 37** se observan los promedios del número de entrenudos y ramas/planta, siendo los valores muy similares entre los tratamientos; por lo que, no hay diferencias estadísticas significativas. No obstante, numéricamente destaca el algodón en monocultivo al presentar los mayores valores en ambas variables (10.73 y 10.67, respectivamente). En lo que respecta a la longitud de entrenudos, tampoco hubo influencia estadística de los tratamientos: El valor más alto (7.23 cm), se observó en la primera evaluación en el tratamiento algodón en monocultivo. En la segunda evaluación los promedios fueron muy similares en todos los tratamientos (entre 4.58 y 4.89 cm) (**Tabla 37**).

**Tabla 37.** Valores promedios del número de entrenudos/planta, número de ramas/planta, y longitud de entrenudos (cm) encontrados en los tratamientos del experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor. Casical, Tosagua, 2021.

Tratamientos	No. de entrenudos/planta	No. de ramas/planta	Longitud de entrenudos (cm)	
	55 dds	80 dds	55 dds	75 dds
1. Algodón + maní (D1)	9.47	9.80	5.67	4.64
2. Algodón + maní (D2)	9.40	9.40	5.92	4.69
3. Algodón + maíz (D1)	9.27	9.33	5.45	4.69
4. Algodón + maíz (D2)	10.47	10.27	7.09	4.89
5. Algodón monocultivo	10.73	10.67	7.23	4.58
Tukey	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Promedio	9.87	9.89	6.27	4.70
CV %	16.50	20.58	23.43	11.36

*dds = días después de la siembra*

*ns = no significativo*

*CV = Coeficiente de variación*

En la **Tabla 38** se evidencia la falta de influencia estadística de los tratamientos sobre la variable número de botones florales/planta en todas las evaluaciones realizadas. Sin embargo, se puede destacar que numéricamente, se ve una tendencia, que coloca al testigo en ventaja sobre los otros tratamientos, al tener el número más alto de botones. Esto se refleja en la suma total, donde este tratamiento alcanzó 53.73 botones florales/planta, mientras que, el valor más bajo se halló en el tratamiento Algodón + maní (D2) con 38.73 botones florales/planta.

**Tabla 38.** Valores promedios de No. de botones florales/planta, encontrados en 7 evaluaciones de los tratamientos del experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor. Casical, Tosagua, 2021.

Tratamientos	Número de botones florales (dds)							TOTAL
	34	41	48	55	61	68	80	
1. Algodón + maní (D1)	1.13	2.67	5.93	8.53	7.33	11.53	10.13	47.27
2. Algodón + maní (D2)	0.73	1.60	3.67	7.53	6.73	8.47	10.00	38.73
3. Algodón + maíz (D1)	1.07	0.73	4.73	6.73	8.60	12.27	8.60	42.73
4. Algodón + maíz (D2)	1.33	2.40	4.13	7.40	7.67	12.80	9.87	45.60
5. Algodón monocultivo	0.40	2.87	6.73	12.87	9.40	12.13	9.33	53.73
Tukey	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Promedio	0.93	2.05	5.04	8.61	7.95	11.44	9.59	45.61
CV %	79.80	45.88	41.37	32.89	27.3	37.65	66.49	38.05

3

*dds = días después de la siembra*

*ns = no significativo*

*CV = Coeficiente de variación*

Como se observa en la **Tabla 39**, el cierre de calle fue similar en todos los tratamientos estudiados. En lo que respecta al índice de clorofila de la hoja 1, se estableció una diferencia significativa entre el algodón en monocultivo que alcanzó el mayor valor 49.57 y el Algodón + maíz (D1) que tuvo el valor más bajo 38.77. En la hoja 2, se mantuvo esta tendencia, pero las diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas.

**Tabla 39.** Valores promedios de cierre de calle e índice de clorofila, encontrados en el experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor. Casical, Tosagua, 2021.

Tratamientos	Días al cierre de calle	Índice de clorofila-hoja 1 (80 dds)	Índice de clorofila-hoja 2 (80 dds)
1. Algodón + maní (D1)	68.00	45.49 ab	53.11
2. Algodón + maní (D2)	65.67	43.67 ab	50.65
3. Algodón + maíz (D1)	68.00	38.77 b	43.67
4. Algodón + maíz (D2)	65.67	41.33 ab	48.30
5. Algodón monocultivo	65.67	49.57 a	55.13
Tukey	<i>ns</i>	9.23	9.23
Promedio	66.60	43.77	50.17
CV %	4.70	7.48	8.09

*dds = días después de la siembra*

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

*ns = no significativo*

*CV = Coeficiente de variación*

En la **Tabla 40** se detalla la igualdad estadística obtenida en todas las evaluaciones y acumulado total en la variable número flores/planta. Numéricamente se ve una ligera tendencia que favorece al algodón en monocultivo al tener el mayor número total de flores por planta (7.87).

**Tabla 40.** Valores promedios de número de flores por planta, encontrados en el experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor. Casical, Tosagua, 2021.

Tratamientos	No. de Flores /planta (dds)					TOTAL
	55	61	68	75	80	
1. Algodón + maní (D1)	0.80	1.53	1.67	1.07	2.27	7.33
2. Algodón + maní (D2)	0.40	1.07	1.33	1.80	1.87	6.47
3. Algodón + maíz (D1)	0.33	0.93	1.87	1.13	1.60	5.87
4. Algodón + maíz (D2)	0.53	0.93	1.93	1.27	2.13	6.80
5. Algodón monocultivo	1.13	1.80	1.93	1.33	1.67	7.87
Tukey	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>
Promedio	0.64	1.25	1.75	1.32	1.91	6.87
CV %	49.91	31.78	33.57	42.27	40.10	22.63

*dds = días después de la siembra*

*ns = no significativo*

*CV = Coeficiente de variación*

La variable número de bellotas, no fue influenciada por los tratamientos en estudio, en ninguna de las cinco evaluaciones, obteniendo valores muy similares entre los sistemas estudiados. El número de bellotas fue incrementándose desde la primera hasta la quinta evaluación (**Tabla 41**).

**Tabla 41.** Valores promedios de número de bellotas por planta, encontrados en el experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor. Casical, Tosagua, 2021.

Tratamientos	No. de bellotas (dds)				
	61	68	75	96	117
1. Algodón + maní (D1)	2.33	5.20	7.40	16.73	14.73
2. Algodón + maní (D2)	1.00	3.87	11.47	13.60	10.47
3. Algodón + maíz (D1)	1.93	3.47	6.80	11.80	16.13
4. Algodón + maíz (D2)	1.53	5.00	7.80	15.07	15.60
5. Algodón monocultivo	3.67	4.80	8.60	13.07	15.20
Tukey	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>
Promedio	2.09	4.47	8.41	14.05	14.43
CV %	22.33	32.11	31.09	35.08	41.97

*dds = días después de la siembra*

*ns = no significativo*

*CV = Coeficiente de variación*

En la **Tabla 42** se evidenció que, no existen diferencias estadísticas entre los promedios de las variables número de días a inicio de botoneo, floración, formación de bellotas, y apertura de la mota; siendo las diferencias numéricas muy pequeñas o inexistentes como en la variable días a la formación de bellotas, donde todos los tratamientos tuvieron el mismo valor (61 dds): En la variable días a apertura de la mota, se observa que el algodón en monocultivo fue más precoz que los sistemas en asocio, al abrir sus motas a los 96 dds, mientras que, los sistemas en asocio lo hicieron a partir de los 102 dds.



**Tabla 42.** Valores promedios de número de días a inicio de botoneo, floración, formación de bellotas, y apertura de la mota encontrados en el experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor. Casical, Tosagua, 2021.

Tratamientos	Días a inicio de:			
	Botoneo	Floración	Formación de Bellotas	Apertura de la mota
1. Algodón + maní (D1)	34.00	55.00	61.00	102.00
2. Algodón + maní (D2)	36.33	55.00	61.00	102.00
3. Algodón + maíz (D1)	36.33	57.00	61.00	105.00
4. Algodón + maíz (D2)	34.00	55.00	61.00	105.00
5. Algodón monocultivo	34.00	55.00	61.00	96.00
Tukey	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Promedio	34.93	55.40	61.00	102.00
CV %	6.33	2.79	0.00	3.41

*ns* = no significativo

CV = Coeficiente de variación

### Variables fitosanitarias

Como se observa en la **Tabla 43**, no hubo influencia estadística de los tratamientos sobre las poblaciones de los herbívoros *Bemisia tabaci* y *Frankliniella* spp. En mosca blanca, numéricamente se nota una tendencia de mayores poblaciones en el testigo, en las dos últimas evaluaciones: Para *Frankliniella* spp., esto ocurrió solo en la evaluación de los 48 dds.

**Tabla 43.** Valores promedios de poblaciones de *Bemisia tabaci* y *Frankliniella* spp. en el experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor. Casical, Tosagua, 2021.

Tratamientos	<i>Bemisia tabaci</i> (dds)			<i>Frankliniella</i> spp.(dds)		
	27	48	61	27	48	61
1. Algodón + maní (D1)	12.33	6.33	13.67	17.67	22.67	19.00
2. Algodón + maní (D2)	13.33	7.33	8.67	20.67	21.67	19.00
3. Algodón + maíz (D1)	16.00	3.67	12.33	21.67	15.33	14.00
4. Algodón + maíz (D2)	13.33	5.67	3.33	25.33	13.33	15.00
5. Algodón monocultivo	13.33	15.67	16.00	16.67	31.67	10.67
Tukey	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Promedio	13.67	7.73	10.80	20.40	20.93	15.53
CV %	81.87	55.54	92.56	61.52	51.49	52.60

dds = días después de la siembra

*ns* = no significativo

CV = Coeficiente de variación

No existieron diferencias estadísticas entre poblaciones de *Aphis* spp., *Tetranychus* sp. y *Alabama argillacea*. En el caso de los pulgones, el tratamiento de algodón en monocultivo registró poblaciones en todas las evaluaciones; este mismo tratamiento tuvo numéricamente la mayor población de *Tetranychus* spp. y fue el único tratamiento donde se registraron larvas de *A. argillacea* en dos de las tres evaluaciones realizadas (**Tabla 44**).

**Tabla 44.** Valores promedios de poblaciones de *Aphis spp.*, *Tetranychus sp.*, y *Alabama argillacea* encontradas en el experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor. Casical, Tosagua, 2021\*.

Tratamientos	<i>Aphis spp.</i> (dds)			<i>Tetranychus spp.</i> (dds)	<i>Alabama argillacea</i> (dds)	
	27	48	61	61	27	48
1. Algodón + maní (D1)	4.67	0.00	1.33	8.33	1.67	0.00
2. Algodón + maní (D2)	3.67	0.00	1.00	9.67	1.33	0.00
3. Algodón + maíz (D1)	1.00	0.00	0.67	1.67	1.00	0.00
4. Algodón + maíz (D2)	4.33	0.00	0.67	12.00	1.33	0.00
5. Algodón monocultivo	1.67	1.33	1.67	14.00	1.67	0.33
Tukey	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Promedio	3.07	0.27	1.07	9.13	1.40	0.07
CV %	119	387.29	92.17	108.73	72.61	387.29
						9

\*Las fechas de evaluación sin registro de ningún individuo no se incluyen en la tabla

dds = días después de la siembra

*ns* = no significativo

CV = Coeficiente de variación

Las poblaciones de enemigos naturales fueron muy similares entre los tratamientos estudiados, por lo que, no llegaron a mostrar diferencias estadísticas entre ellos. Numéricamente el algodón en monocultivo tuvo mayores valores de arañas y moscas dolícopódidas en la primera evaluación (27 dds). Mientras que, la asociación Algodón + maní (D2) tuvo la mayor población de *Chrysoperla* a los 61 dds. (Tabla 45)

**Tabla 45.** Valores promedios de poblaciones de enemigos naturales encontradas en el experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor. Casical, Tosagua, 2021\*.

Tratamientos	Arañas (dds)			<i>Condylostylus</i> (dds)		<i>Chrysoperla</i> (dds)	
	27	48	61	27	48	27	61
1. Algodón + maní (D1)	0.00	0.00	5.67	0.00	0.00	0.33	3.33
2. Algodón + maní (D2)	2.00	0.33	5.67	0.33	0.33	0.00	10.33
3. Algodón + maíz (D1)	1.00	0.67	3.67	1.33	0.00	0.33	4.33
4. Algodón + maíz (D2)	1.33	0.00	5.00	0.33	0.33	0.00	5.33
5. Algodón monocultivo	3.67	0.00	4.00	2.67	0.67	0.00	4.00
Tukey	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>Ns</i>
Promedio	1.60	0.20	4.80	0.93	0.27	0.13	5.47
CV %	100.12	302.77	63.19	199.48	232.17	237.17	48.28

\*Las fechas de evaluación sin registro de ningún individuo no se incluyen en la tabla

dds = días después de la siembra

*ns* = no significativo

CV = Coeficiente de variación

### Variables de rendimiento

Como se detalla en la **Tabla 46**, los rendimientos fueron influenciados estadísticamente por los tratamientos, obteniendo el valor más alto, el algodón en monocultivo con 2585 kg ha<sup>-1</sup>, superando estadísticamente a los tratamientos: Algodón + maní (D1) con 1693 kg ha<sup>-1</sup> y Algodón + maíz (D2) con 1593 kg ha<sup>-1</sup> que obtuvieron los rendimientos más bajos. Los porcentajes de fibra y semilla tuvieron valores muy similares en todos los tratamientos por lo que no alcanzaron significación estadística.

**Tabla 46.** Valores promedios de rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), porcentaje de fibra y porcentaje de semilla encontradas en el experimento de respuesta del algodón a la asociación con varios cultivos alimenticios en condiciones de campo de productor. Casical, Tosagua, 2021.

Tratamientos	Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Porcentaje de fibra	Porcentaje de semilla
1. Algodón + maní (D1)	1693 b	36.18	63.82
2. Algodón + maní (D2)	2200 ab	37.11	62.89
3. Algodón + maíz (D1)	1980 ab	36.65	63.35
4. Algodón + maíz (D2)	1593 b	37.39	62.61
5. Algodón monocultivo	2585 a	37.21	62.79
Tukey	725.74	ns	ns
Promedio	2010	36.91	63.09
CV %	12.80	5.94	3.48

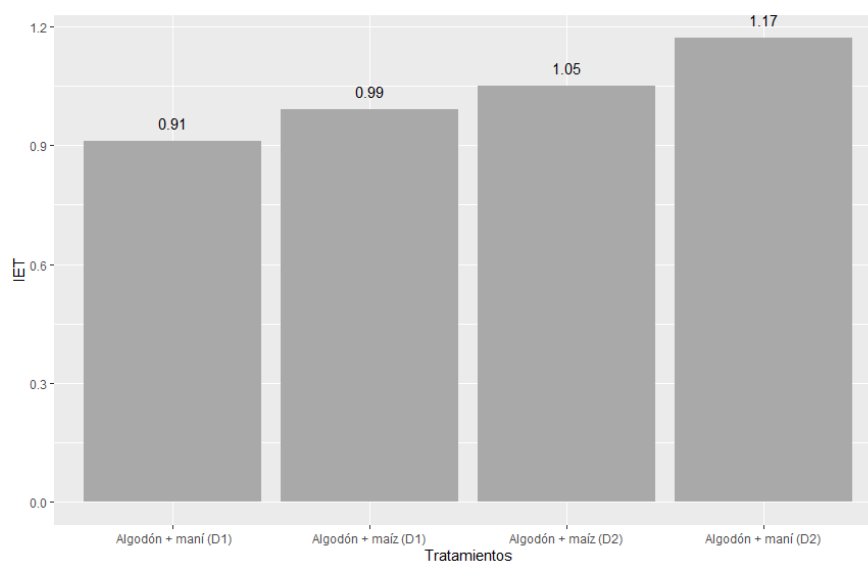
dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

CV = Coeficiente de variación

En la **Figura 53**, se muestran los valores de Índices Equivalentes de la Tierra (IET) alcanzado por cada una de las asociaciones en estudio. No hubo diferencia estadística significativas entre los tratamientos, pero vale resaltar que las asociaciones con la densidad D2 superaron el valor de 1, por lo que se considera que existe compatibilidad agronómica del algodón con maíz-choclo y maní usando la población más alta de estos cultivos.



**Figura 53** Índice Equivalente de la Tierra obtenidos por las asociaciones de cultivos alimenticios con algodón en condiciones de campo de productor. Tosagua, 2021.

## CONCLUSIONES

La variedad DP Acala 90, tuvo un comportamiento agronómico y fitosanitario similar, ya sea cuando es sembrado como monocultivo o asociado con maní o maíz-choclo.

El mejor rendimiento se obtuvo con el algodón en monocultivo. Sin embargo, cuando se asoció con maní en densidad alta y maíz en densidad baja, se presentaron rendimientos similares.

Los mejores Índices Equivalentes de la Tierra se encontraron en el algodón sembrado en asocio con maní y maíz-choclo en densidad alta.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abd El-Hady, S.A.A. y El-Khatib, F.K. (2002). Studies on the effect of intercropping cotton and wheat on growth, yield and quality of Egyptian cotton. *Minufya Agric Res* 27(1):19-33.

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. y Wendel, J. (1999). Cotton: origin, history, technology, and production. John Wiley y Sons. ISBN 0-471-18045-9.

Furtado, G. de F.; Sousa A. dos S.; Sousa Jr, J.R., Sousa, F.R.M.; Lacerda S.S. de A, y Silva S.S. (2014). Rendimento 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.

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

INIAP (2019). Informe Técnico Anual del Proyecto + Algodón INIAP-FAO. Estación Experimental Portoviejo-INIAP. 254p.

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>.

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). 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>

FAO (2018b). 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.

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/>.

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.

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.

Teixeira, I.R.; Mota, J.H. y Silva, A.G. (2005). Consórcio de hortaliças. Semina: *Ciências Agrárias*, Londrina, 26(4):507-514.

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.

### **Actividad 6. Comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 con tecnologías de manejo bajo las condiciones de campo de productor**

#### **ANTECEDENTES**

La producción de algodón *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae), en Ecuador, tuvo una gran intervención en el sector agrícola entre las décadas 70s y 90s. Actualmente, las zonas cultivadas corresponden principalmente a Manabí (Tosagua) y Guayas (Pedro Carbo) con el 80 y 20% de la superficie, respectivamente (Rodríguez, 2014). Eventos económicos y climáticos “han llevado a la casi desaparición del cultivo” (FAO, 2018b). Según las estadísticas, la superficie pasó de 36 000 ha en 1974 a < 1 000 ha en 2018 (FAO, 2018a). En el último reporte realizado por el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA), en 2019, en Guayas se registraron 62,55 ha de algodón, y en Manabí 135,7 ha (SIPA, 2019). Se estima una producción aproximada menor a 1 000 TM a un costo de producción de 1 425 USD. ha<sup>-1</sup>, siendo la demanda local 20.000 TM anuales de fibra (INIAP, 2018), 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).

Varios son los factores que afectan la producción de algodón en el país, entre ellos principalmente, la falta de variedades de alto rendimiento, manejo inadecuado del cultivo y bajos precios internacionales (MAG, 2018), además de condiciones ambientales y problemas fitosanitarios, que también pueden causar pérdidas al productor (Agrobio, 2017). Al respecto, la literatura cita que la problemática de este cultivo es amplia, destacándose el uso de semillas no certificadas, a lo que se suma la falta de asistencia técnica, calidad de fibra, dificultades en la agricultura familiar, entre otros (Veramendi, 2013).

El algodón se adapta bien a cualquier tipo de suelo y su requerimiento hídrico está dada en función de su etapa de crecimiento (MINAG, 2010). Es un cultivo que 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). 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) manifiestan que las

variedades precoces de algodón sembradas en surcos estrechos (0,70 m) muestran un mayor potencial de rendimiento que, aquellas variedades tardías.

Con estos antecedentes, se plantea evaluar la adaptabilidad de la variedad de algodón BRS-336 (introducida por INIAP desde EMBRAPA-Brasil), con un programa de tecnología, en las condiciones de campo de productor, en la zona de Tosagua-Manabí.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Evaluar la adaptabilidad de la variedad de algodón BRS-336 con varias tecnologías de manejo en las condiciones ambientales de la zona aldonera de Manabí.

### Objetivos específicos

Determinar el comportamiento adaptativo de la variedad comercial de algodón BRS-336 en campo de productores.

Evaluar la respuesta agronómica, fitosanitaria y productiva de la variedad comercial de algodón BRS-336 con varias tecnologías de manejo en las condiciones ambientales de la zona aldonera de Manabí.

Difundir estas tecnologías con técnicos extensionistas y productores vinculados a la cadena del algodón en Manabí.

## METODOLOGÍA

### Ubicación

La presente investigación se estableció durante el periodo lluvioso, entre los meses de marzo a agosto de 2021, en la localidad El Polvar del cantón Tosagua (0° 47'35,2" S. 80° 21'40.3"O; 214 m s.n.m.) de la provincia de Manabí. Durante este periodo, el cultivo recibió 185 mm de precipitación.

### Material de siembra

Se utilizó semilla de la variedad de algodón BRS-336, sin linter, introducida por el INIAP-Ecuador desde 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 entre 110 y 120 dde. La cosecha se realiza a partir de los 170 a 180 dde. Alcanza un rendimiento de 3 851 kg ha<sup>-1</sup> de algodón en rama. Este material reporta resistencia a importantes enfermedades y nemátodos del algodón (EMBRAPA, 2011). Bajo las condiciones del Lote Teodomira, ubicada en Lodana, Santa Ana-Manabí (26,4 °C, 81% de HR, 851,57 mm), con topografía plana y suelo franco-arcilloso y altitud de 44 m s.n.m, esta variedad presenta experimentalmente las siguientes características: precocidad en parámetros como primer botón floral (34,94 dds), primera flor (56 dds), primera bellota (64 dds) y el primer capullo abierto a los 105,71 dds. Mientras que la cosecha se realiza a los 140 y 160 dds, obteniéndose un rendimiento promedio de 5 288 kg ha<sup>-1</sup> de algodón en rama (INIAP, 2020), rendimiento muy superior, reportado en su lugar de origen, que, junto a la precocidad, indicaría su capacidad de adaptación.

### Factores en estudio

Se estudiaron tres poblaciones de siembra de algodón y dos dosis de regulador de crecimiento cloruro de mepiquat, más dos testigos control.

#### Factor A. Poblaciones de siembra ha<sup>-1</sup>

P1. 41 667 pl ha<sup>-1</sup> (0,8 x 0,3 m)

P2. 33 333 pl ha<sup>-1</sup> (1,0 x 0,3 m)

P3. 27 778 pl ha<sup>-1</sup> (1,2 x 0,3 m)

#### Factor B. Dosis de regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat (CM) (mL ha<sup>-1</sup>)

D1. 300 mL ha<sup>-1</sup>

D2. 600 mL ha<sup>-1</sup>

#### Testigos (control)

Testigo 1. BRS-336 con 33 333 pl ha<sup>-1</sup> (1,0 x 0,3 m) sin regulador de crecimiento

Testigo 2. DP Acala-90 con 33 333 pl ha<sup>-1</sup> (1,0 x 0,3 m) con regulador de crecimiento

#### Tratamientos

Se evaluaron ocho tratamientos que se describen a continuación:

Tratamiento	Población de siembra (pl ha <sup>-1</sup> )	Distanciamiento (m)	Dosis de regulador de crecimiento CM (mL ha <sup>-1</sup> )
1. BRS-336	41 667	0,8 x 0,3	300
2. BRS-346	41 667	0,8 x 0,3	600
3. BRS-336	33 333	1,0 x 0,3	300
4. BRS-336	33 333	1,0 x 0,3	600
5. BRS-336	27 778	1,2 x 0,3	300
6. BRS-336	27 778	1,2 x 0,3	600
7. BRS-336 (testigo)	33 333	1,0 x 0,3	Sin regulador de crecimiento
8. DP Acala-90 (testigo)	33 333	1,0 x 0,3	300

#### Características del campo experimental

Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimental	24
Distanciamiento:	0,8 x 0,3 m 1,0 x 0,3 m 1,2 x 0,3 m
Número de hileras/parcela:	4
Longitud de hilera:	6 m
Área de la parcela (de acuerdo al distanciamiento entre hilera):	
0,8 m entre hilera =	19,2 m <sup>2</sup> (3,2 x 6 m)
1,0 m entre hilera =	24 m <sup>2</sup> (4 x 6 m)
1,2 m entre hilera =	28,8 m <sup>2</sup> (4,8 x 6 m)
Área útil de la parcela (de acuerdo al distanciamiento entre hilera):	
0,8 m entre hilera =	9,6 m <sup>2</sup> (1,6 x 6 m)
1,0 m entre hilera =	12 m <sup>2</sup> (2 x 6 m)
1,2 m entre hilera =	14,4 m <sup>2</sup> (2,4 x 6 m)
Número de sitios de siembra/hilera:	20 sitios
Número de plantas/sitio	1

Población de plantas ha <sup>-1</sup> (de acuerdo al distanciamiento entre hilera):	
0,8 m entre hilera =	41 667 pl. ha <sup>-1</sup>
1,0 m entre hilera =	33 333 pl. ha <sup>-1</sup>
1,2 m entre hilera =	27 778 pl. ha <sup>-1</sup>
Separación entre parcela	2 m
Separación entre repeticiones	3 m
Área total del experimento (48 x 27 m)	1 296 m <sup>2</sup>

### Diseño experimental

El experimento se condujo con un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), en Arreglo Factorial Aditivo (AxB+2) con tres repeticiones.

### 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 hicieron comparaciones de las medias de los tratamientos a través de la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Para el análisis se empleó el paquete Agricolae del software R Studio (R Core Team, 2020).

### Manejo específico del experimento

Debido a las condiciones irregulares del terreno donde se estableció este experimento, no se realizó preparación mecanizada del suelo. Simplemente se efectuó limpieza y eliminación del rastrojo anterior (maíz). Previo a la siembra, se realizó un análisis físico-químico del suelo y en base a esos resultados se aplicó el plan de fertilización en el área cultivada.

La siembra se realizó en forma manual, el 09 de marzo de 2021, colocando tres semillas/sitio, utilizando la separación entre hileras en función de los tratamientos (0,8; 1,0 y 1,2 m). En todos los tratamientos se utilizó el distanciamiento de 0,3 m entre planta. A los 21 días después de la siembra (dds), se efectuó el raleo, dejando una planta por sitio, con lo que se obtuvo la densidad poblacional de plantas ha<sup>-1</sup> en función de los tratamientos. La semilla utilizada del BRS-336, era sin linter y mientras que la del testigo DP Acala-90, contenía linter. Ambas semillas estaban recubiertas con la cepa de *Trichoderma asperellum* y fueron además tratadas thiodicarb + imidacloprid (Semepriid) 25 mL /kg de semilla.

Para el control de malezas, inmediatamente a la siembra, se realizó la aplicación del herbicida pre-emergente (pendimentalina 4 L ha<sup>-1</sup>) + un herbicida de contacto no selectivo (paraquat 4 L ha<sup>-1</sup>). No fue necesario realizar ninguna aplicación de herbicida en pos-emergencia. Sin embargo, se efectuaron dos deshierbas complementarias hasta el cierre de calle. A los 15 dds, se realizó una aplicación en "drench" del insecticida thiametoxam + lambda cihalotrina (1 mL/L agua) + el fungicida benomil (3 g/L agua), para el control de insectos chupadores y hongos del suelo, respectivamente. Durante el desarrollo del cultivo se realizaron evaluaciones quincenales de plagas, siendo necesario efectuar cuatro controles fitosanitarios, en los días 30, 43, 104 y 124 dds, utilizando en rotación sustancias de distinta naturaleza como: abamectina (1,5 mL/L agua), aceite de piñón (5 mL/L agua), thiametoxam + lambda cihalitrina (1 mL/L agua) y fipronil (0,7 mL/L agua). Debido a que, para el algodón, el nitrógeno es el elemento faltante, se utilizó a los 20 y 45 dds, la mezcla de Urea + YaraMila®. teniendo en consideración para los cálculos del volumen a aplicar, la variación del número de plantas ha<sup>-1</sup>, distribuyendo el volumen calculado en cada parcela. Todos los tratamientos a excepción del testigo 7 (sin regulador), fueron fertilizados.



La aplicación del regulador de crecimiento cloruro de mepiquat (CM), se realizó en función del desarrollo fenológico del cultivo y del tratamiento respectivo (300 y 600 mL ha<sup>-1</sup>). Para el caso de los tratamientos 1, 3, 5 y 8 se utilizó la dosis de 300 mL ha<sup>-1</sup>, aplicados a los 57 dds. Mientras que en los tratamientos 2, 4 y 6, recibieron la dosis de 600 mL ha<sup>-1</sup>, distribuidos el 50% a los 57 y el otro 50% a los 78 dds, respectivamente. Se utilizó un gasto de agua de 600 y 750 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente para la primera y segunda aplicación, empleando una neblinadora a motor marca Solo. El tratamiento 7 (BRS-336), no recibió regulador de crecimiento.

La cosecha se realizó en ambiente seco, cosechando capullos limpios y en forma gradual a su madurez y depositando la producción en sacos de algodón. Se efectuaron dos pases de cosecha en los días 147 y 166 dds, iniciándose cuando al menos el 50% de las bellotas estaba completamente abiertas. Al término de la cosecha se procedió a la eliminar el restrojo, para evitar sitios de sobrevivencia de plagas y enfermedades.

### Levantamiento de la información

#### Variables agronómicas

En cada parcela y utilizando la técnica de muestreo aleatorio simple (MAS), se marcaron aleatoriamente cinco plantas del área útil, donde se registraron las siguientes variables:

**Porcentaje de emergencia:** a los 11y 17 dds, se registró en el área útil de cada unidad experimental, el número total de plantas emergidas, con lo cual se calculó el porcentaje de emergencia.

**Altura de planta (m):** esta variable se registró a los 14, 29, 50, 57, 70, 77, 99 y 118 dds. En cada planta marcada, se tomó la altura desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta.

**Incremento de altura de planta (cm/día) entre las fases de desarrollo:** para el efecto, se relacionó el incremento de altura entre cada una de las fases de desarrollo (vegetativa, juvenil, reproductiva y maduración).

**Número de entrenudos/planta:** a los 57 dds, se contabilizó el número de entrenudos del tallo de cada planta marcada, considerándose a partir de la rama vegetativa.

**Longitud de entrenudos (cm):** A los 57 y 77 dds, se registró la longitud de los cinco entrenudos terminales de cada planta marcada.

**Número de ramas/planta arriba de la primera flor:** A los 83 dds, se contabilizó el número de ramas/planta, ubicadas arriba de la emisión de la primera flor.

**Días al cierre de calle del cultivo:** para determinar esta variable, se realizaron observaciones semanales a partir de los 50 dds, estableciendo la fecha al cierre de calle, cuando el entrecruzamiento con las ramas vecinas de las líneas de siembra, sobrepasaban el 75%, cubriendo así la entrelinea.

#### Variables fisiológicas:

**Índice de clorofila (pigmentos fotosintéticos):** Se realizó una evaluación de los valores del índice de clorofila a los 83 dds. Se registró la lectura en dos hojas expuestas a la luz (tierna y madura), del tercio superior, por cada una de las cinco plantas marcadas en la parcela. Se utilizó el determinador de clorofila Minolta SPAD 502 plus™. Estas mediciones se realizarán entre las 11:00 am a 13:00 pm.

#### **Monitoreo de artrópodos-plaga, benéficos y enfermedades en algodón**

**Incidencia de gusanos trozadores:** a los 11 y 17 dds, se registrará 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 enfermedades:** en las mismas fechas antes citadas, se evaluó la presencia de plantas afectadas por hongos del suelo, en el área útil de cada parcela.

**Incidencia otros artrópodos plaga y benéficos:** a los 20, 51 y 84 dds, se realizó la evaluación de la presencia de los principales artrópodos-plaga y benéficos, en cada unidad experimental. Dicha información fue utilizada también para decidir el momento oportuno de una práctica de control.

#### **Variables productivas**

**Fecha de aparición del primer botón floral y número de botones florales/planta:** durante los días 36, 43, 50, 57, 63, 70 y 83 dds, se registró de la fecha de aparición del primer botón floral en la parcela y a partir de ese momento, en las cinco plantas marcadas de cada parcela útil, se contabilizó el número de botones florales/planta.

**Fecha de apertura de la primera flor y número de flores/planta:** en los días 57, 63, 70, 77 y 83 dds, se registró de la fecha de aparición de la primera flor en la parcela y a partir de ese momento, en las cinco plantas marcadas de cada parcela útil, se contabilizó el número de flores/planta.

**Fecha de inicio de formación de bellotas y número promedio de bellotas/planta:** durante los días 63, 70, 77, 99 y 118 dds se determinó la fecha de aparición de la primera bellota en la parcela y a partir de ese momento, se contabilizará el número bellotas en cada una de las plantas marcadas.

**Fecha de apertura de mota/parcela:** Semanalmente desde 90 dds se registró la fecha de aparición del primer capullo en la parcela.

**Rendimiento en kg/parcela y kg ha<sup>-1</sup>:** En cada uno de los pases de cosecha realizados a los 147 y 166 dds, se registró el peso de algodón en rama en kg/parcela útil, que luego fue acumulado en kg total/parcela y a partir de éste, transformado a rendimiento a kg ha<sup>-1</sup>. Con esta información también fue obtenido y analizado la proporción de algodón cosechado en el primer pase.

**Relación fibra-semilla:** Luego de la cosecha y a partir de una muestra de 100 g de algodón en rama, se procedió a desmotar para determinar el peso por separado de la fibra y las semillas. Co esta información se estableció la relación porcentual fibra-semilla.

### Difusión de resultados

Se realizó un día de campo en fecha 01 de agosto de 2021, con la participación de productores, técnicos del MAG e investigadores del INIAP, con la finalidad de dar a conocer los avances de los resultados de la adaptabilidad de esta variedad en la zona algodonera de Manabí.

## RESULTADOS

### Variables agronómicas

Cuando se analizó la variable porcentaje de emergencia de plantas de algodón, el ADEVA, no determinó diferencias estadísticas significativas entre los factores en estudio (A. Poblaciones de siembra ha<sup>-1</sup> y B. Dosis de regulador (CM) mL ha<sup>-1</sup>), así como su interacción y la comparación del factorial versus los testigos ( $P's > 0,05$ ). Cabe señalar que, de manera general, los valores promedios de emergencia experimentados, son muy bajos, lo cual es posible se deba, a los recalcitrante de la semilla de algodón, por su alto contenido de aceite y el tiempo de almacenamiento de esta semilla, la misma que fue ingresada al país en el 2018 (Tabla 47).

**Tabla 47.** Porcentaje de emergencia de plantas a los 11 y 17 dds observada entre los factores estudiados y la comparación de testigos en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

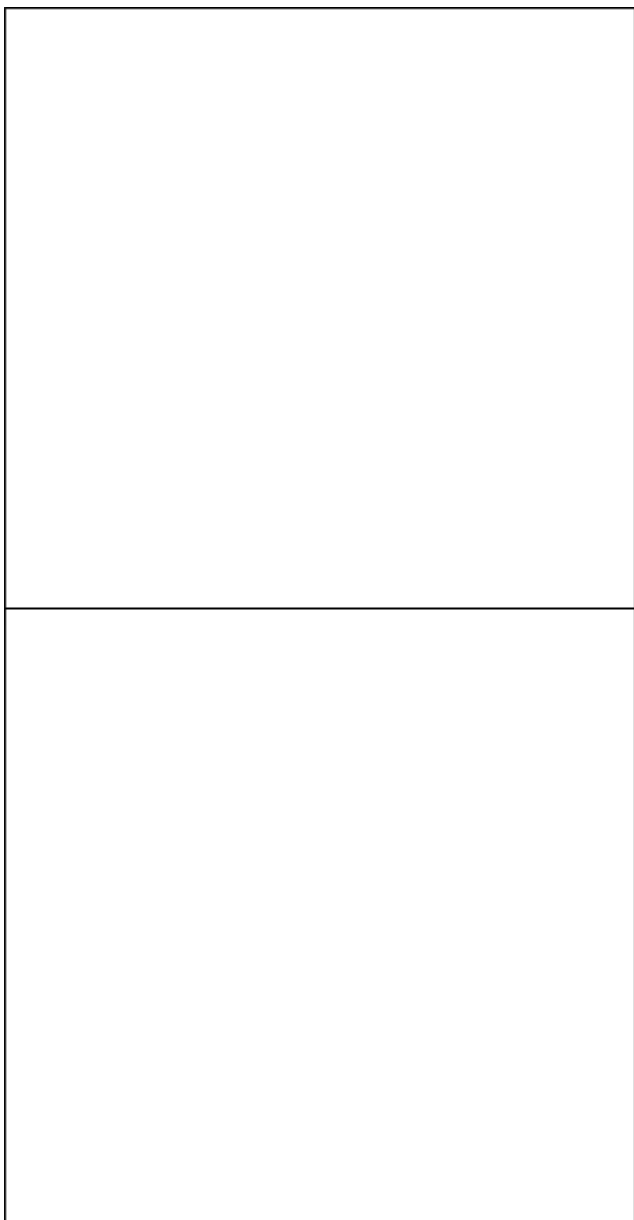
Factores en estudio	Porcentaje de emergencia	
	11 dds	17 dds
<b>A. Poblaciones de siembra ha<sup>-1</sup></b>		
P1. 41 667 pl ha <sup>-1</sup> (0,8 x 0,3 m)	31,43	31,99
P2. 33 333 pl ha <sup>-1</sup> (1,0 x 0,3 m)	30,70	33,46
P3. 27 778 pl ha <sup>-1</sup> (1,2 x 0,3 m)	28,00	30,45
Tukey	ns	ns
<b>B. Dosis de regulador (CM) mL ha<sup>-1</sup></b>		
D1. 300 mL ha <sup>-1</sup>	27,98	29,74
D2. 600 mL ha <sup>-1</sup>	32,11	34,19
Tukey	ns	ns
<b>Comparaciones</b>		
Factorial BRS-336 con CM	30,04	31,96
Testigo 1. BRS-336 sin CM	35,05	36,52
F	ns	ns
Factorial BRS-336 con CM	30,04	31,96
Testigo 2. DP Acala-90 con CM	34,68	37,75
F	ns	ns
Promedio	30,04	31,96
CV (%)	17,7	16,52

dds = días después de la siembra

ns = no significativo

CV = Coeficiente de variación

En la **Figura 54A-B**, se presenta la dinámica de la altura de planta (m) de algodón, registrada desde los 14 hasta los 118 dds. El análisis de varianza, no estableció diferencias estadísticas significativas entre los factores en estudio poblaciones de siembra y dosis de regulador de crecimiento ( $P > 0,05$ ). Es interesante resaltar que, no obstante, esta falta significación, se observó un estrecho paralelismo de la dinámica de crecimiento de la planta de algodón entre los tratamientos, que corrobora la no influencia de la población de siembra y la dosis de CM, sobre el ritmo de crecimiento de la planta de algodón.



**Figura 54.** Altura de planta (m) registrada entre los 14 a 118 dds en los factores en estudio (A. población de plantas y B. dosis de regulador de crecimiento), en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

Cuando se realizó la comparación de la altura de planta, de la variedad BRS-336 con y sin aplicación de CM, se determinó diferencias estadísticas altamente significativas en las fechas 70, 77, 99 y 118 dds ( $P < 0,01$ ), destacándose las parcelas con regulador de crecimiento al presentar siempre la menor altura de planta (**Figura 55A**), siendo su promedio máximo 1,11 m a los 118 dds. Mientras que el testigo control (sin CM), alcanzó en esta misma fecha 1,54 m de altura. Con relación a la comparación de las dos variedades (BRS-336 con DP Acala-90), tratadas con regulador de crecimiento, no hubo diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), en la altura de planta entre estas (**Figura 55B**).



**Figura 55.** Altura de planta (m) registrada entre los 14 a 118 dds en la comparación del factorial con los dos testigos en estudio en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

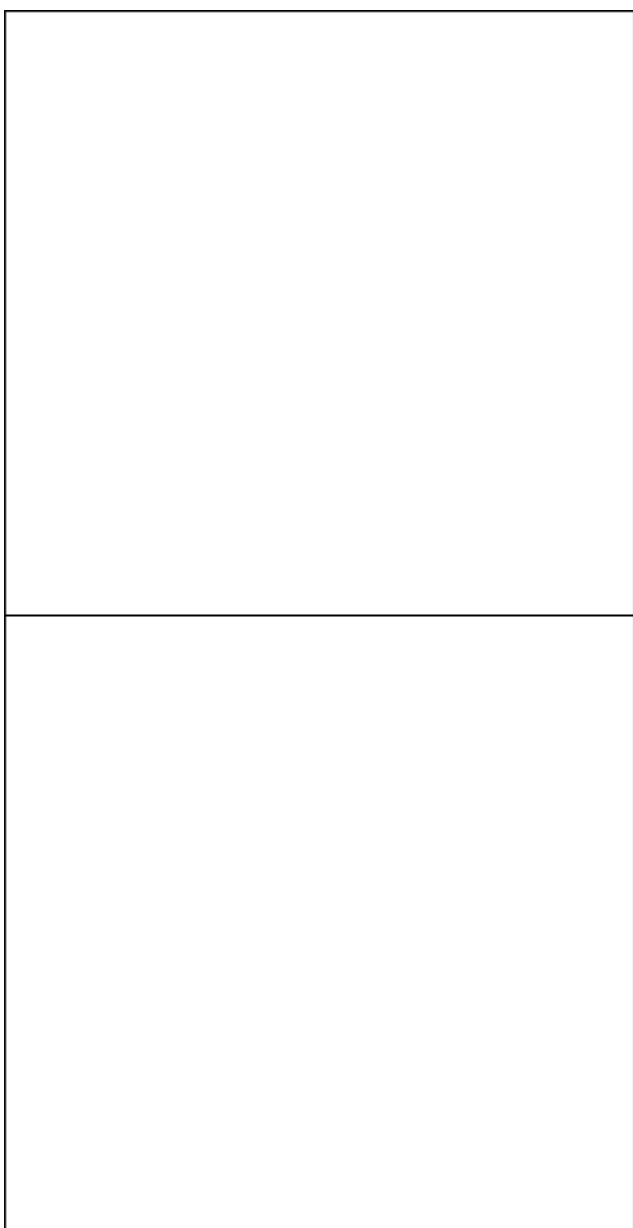
En la **Figura 56A-B**, se representa gráficamente el incremento de altura de planta (cm/día) alcanzado entre las fases de desarrollo (vegetativa, juvenil, reproductiva y maduración). El ADEVA, no estableció diferencias estadísticas significativas entre los factores en estudio (A. Poblaciones de siembra y B. Dosis de regulador de crecimiento) ( $P > 0,05$ ), demostrándose que estos tratamientos no influyeron sobre el crecimiento de las plantas, siendo el incremento de altura entre los tratamientos muy similar. Sin embargo, el no existir diferencias estadísticas, no impide destacar que, fue en la fase juvenil donde las plantas de algodón alcanzaron su máximo incremento de altura diaria, con un promedio de 2,17 cm/día, entre los factores.



**Figura 56.** Incremento diario de altura de planta (cm) registrado entre las fases de desarrollo del algodón en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y

*fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.*

Cuando comparamos el incremento de altura de planta (cm/día), entre las fases de desarrollo de la variedad de algodón BRS-336 con y sin aplicación de CM, hubo diferencias estadísticas altamente significativas solo en la fase reproductiva (63-67 dds) ( $P < 0,01$ ), siendo el incremento diario de altura muy superior, en las plantas que no recibieron la aplicación de CM; creciendo estas plantas 0,98 cm/día por encima de aquellas tratadas con CM (**Figura 57A**). En relación a la comparación de las dos variedades evaluadas (BRS-336 y DP Acala-90), tratadas con regulador de crecimiento, no hubo diferencias significativas ( $P > 0,05$ ); sin embargo, si se confirmó que, la fase juvenil es aquella con mayor incremento de altura de planta (cm/día) (**Figura 57B**).



**Figura 57.** Incremento diario de altura de planta (cm) registrado en la comparación del factorial con los dos testigos en estudio en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

En la **Tabla 48**, se presentan los valores promedio de las variables número de entrenudos/planta; longitud de entrenudos (cm) y el número de ramas/planta arriba de la primera flor. No hubo respuesta estadística significativa a los factores en estudio (A. Poblaciones de siembra  $\text{ha}^{-1}$  y B. Dosis de regulador (CM)  $\text{mL ha}^{-1}$ ), así como su interacción y la comparación del factorial versus los testigos ( $P > 0,05$ ), en las variables número de entrenudos/planta y longitud de entrenudos (cm), a los 57 dds; así como, tampoco en el número de ramas arriba de la primera flor a los 83 dds. El ADEVA sólo estableció diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), en la longitud de entrenudos a los 77 dds, cuando se comparó a la variedad BRS-336 con y sin tratamiento de regulador de crecimiento. Observándose que las plantas que recibieron la aplicación de CM, presentaron significativamente la menor longitud promedio de entrenudos (4,57 cm), a diferencia del 7,37 cm alcanzado en las plantas sin regulador; probándose así, el efecto regulador del cloruro de mepiquat.

**Tabla 48.** Número de entrenudos/planta, longitud de entrenudos y número ramas arriba de la primera flor, observada entre los factores estudiados y la comparación de testigos en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

Factores en estudio	No. de entrenudos/ planta (57 dds)	Longitud de entrenudos (cm)		No. de ramas arriba de primera flor (83 dds)
		57dds	77 dds	
<b>A. Poblaciones de siembra <math>\text{ha}^{-1}</math></b>				
P1. 41 667 pl $\text{ha}^{-1}$ (0,8 x 0,3 m)	10,77	6,54	4,51	12,60
P2. 33 333 pl $\text{ha}^{-1}$ (1,0 x 0,3 m)	10,87	6,69	4,80	13,17
P3. 27 778 pl $\text{ha}^{-1}$ (1,2 x 0,3 m)	10,57	6,30	4,41	13,57
Tukey	ns	ns	ns	ns
<b>B. Dosis de regulador (CM) <math>\text{mL ha}^{-1}</math></b>				
D1. 300 $\text{mL ha}^{-1}$	10,91	6,54	4,57	13,58
D2. 600 $\text{mL ha}^{-1}$	10,56	6,47	4,57	12,64
Tukey	ns	ns	ns	ns
<b>Comparaciones</b>				
Factorial BRS-336 con CM	10,73	6,51	4,57 b	13,11
Testigo 1. BRS-336 sin CM	10,87	6,79	7,37 a	13,87
F	ns	ns	**	ns
Factorial BRS-336 con CM	10,73	6,51	4,57	13,11
Testigo 2. DP Acala-90 con CM	10,47	6,63	4,68	12,33
F	ns	ns	ns	ns
Promedio	10,73	6,51	4,57	13,11
CV (%)	8,76	13,47	8,18	9,01

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

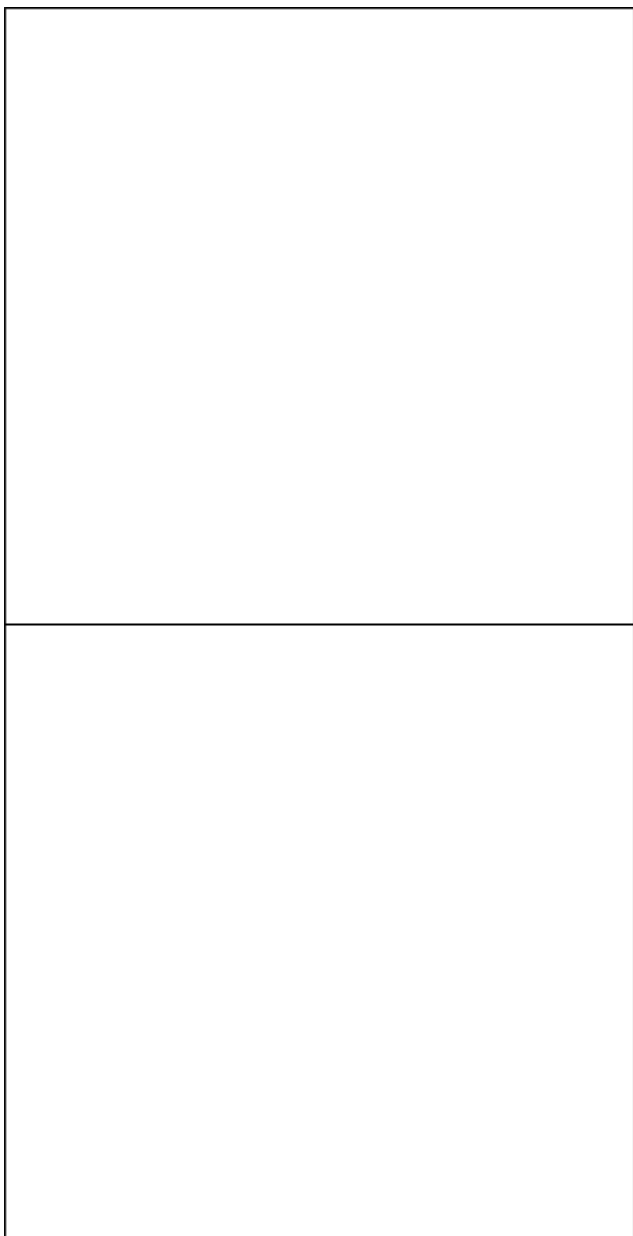
ns = no significativo

\*\* $p \leq 0,01$  = altamente significativo al 1%

CV = Coeficiente de variación

En la **Figura 58A-B**, se muestran los valores promedios de los días al cierre de calle del cultivo de algodón. Solo hubo respuesta estadística significativa en el factor A. Población de siembra ( $P < 0,05$ ), sobresaliendo la mayor población (0,8 x 0,3 m = 41 667 pl.  $\text{ha}^{-1}$ ), con un cierre de calle de 54,60 dds, seguido de 33 333 pl.  $\text{ha}^{-1}$ . Mientras que con la menor población (1,2 x 0,3 m = 27 778 pl.  $\text{ha}^{-1}$ ), se alcanzó el cierre de calle a los 20,17 días después del mejor tratamiento (**Figura 58A**). Para el Factor B. Dosis de CM, su interacción, así como las

comparaciones del factorial con los testigos, no se registró diferencias significativas ( $P's > 0,05$ ) (Figura 58A-B).



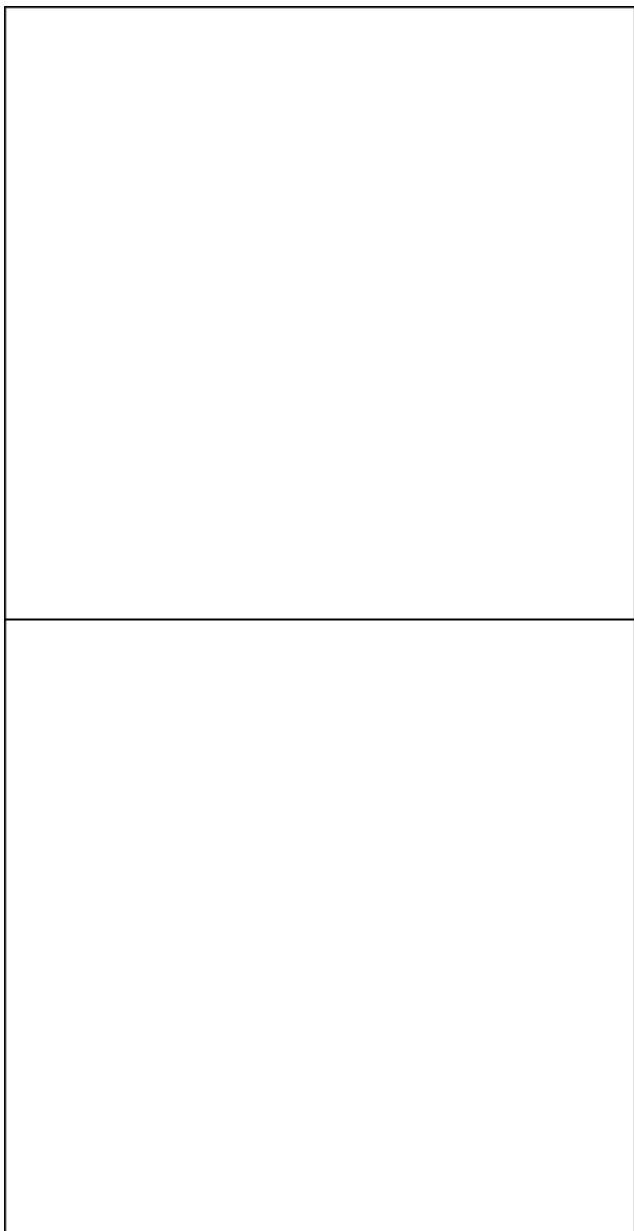
**Figura 58.** Días al cierre de calle registrado entre los factores en estudio (A. población de plantas y B. dosis de regulador de crecimiento) y en la comparación del factorial con los dos testigos en estudio en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

#### **Variables fisiológicas**

Al analizar los valores de las lecturas de los índices de clorofila o pigmentos fotosintéticos, el ADEVA no estableció diferencias estadísticas significativas en los factores en estudio (A.



Poblaciones de siembra y B. Dosis de regulador de crecimiento) y su interacción ( $P > 0,05$ ). No obstante, esta falta de significancia, se puede resaltar que, de manera general, en todos los tratamientos de ambos factores, siempre la concentración de pigmentos fotosintéticos fue superior en las hojas maduras de algodón en comparación con las hojas tiernas recién expandidas (**Figura 59A**).



**Figura 59.** Concentración de pigmentos fotosintéticos en dos tipos de hoja de algodón (tierna y madura), registrados entre los factores en estudio (A. población de plantas y B. dosis de regulador de crecimiento) y en la comparación del factorial con los dos testigos en estudio en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua. 2021.

Cuando se analizó los promedios del índice de clorofila o pigmentos fotosintéticos, en la comparación de la variedad BRS-336 con y sin aplicación de CM, se observó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), en las lecturas registradas en los dos tipos de hoja (tierna y madura), presentando el mayor valor de pigmentos fotosintéticos las plantas

tratadas con CM, en ambas hojas (**Figura 59B**). Finalmente, en la comparación de los valores de pigmentos fotosintéticos entre las variedades (BRS-336 y DP Acala-90), sólo se determinó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), entre las hojas maduras, presentando mayores valores de estos pigmentos, la variedad BRS-336 (**Figura 59B**).

#### Monitoreo de artrópodos-plaga, benéficos y enfermedades en algodón

En la **Tabla 49**, se presentan los valores promedios de las variables porcentaje de plantas trozadas por efecto insectos del suelo (*Agrotis* sp., *Spodoptera* sp.); así como el porcentaje de plantas muertas por efecto del complejo de hongos del suelo. No hubo diferencias estadísticas significativas en los factores en estudio (población de siembra y dosis de regulador de crecimiento), en su interacción, ni en las comparaciones del factorial con los testigos ( $P > 0,05$ ). No obstante, la falta de diferencias significativas, se puede destacar de manera general, todos los tratamientos presentaron valores promedios muy bajos, lo cual se debe muy posiblemente al efecto control de la práctica de tratamiento a la semilla y la aplicación temprana de un fungicida al suelo.

**Tabla 49.** Porcentaje de plantas trozadas por lepidópteros y plantas enfermas con hongos del suelo, a los 11 y 17 dds observada entre los factores estudiados y la comparación de testigos en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua. 2021.

Factores en estudio	Porcentaje de plantas trozadas		Porcentaje de plantas afectadas por hongos del suelo
	11 dds	17 dds	11 dds
<b>A. Poblaciones de siembra ha<sup>-1</sup></b>			
P1. 41 667 pl ha <sup>-1</sup> (0,8 x 0,3 m)	1,04	0,55	0,49
P2. 33 333 pl ha <sup>-1</sup> (1,0 x 0,3 m)	1,47	0,92	0,49
P3. 27 778 pl ha <sup>-1</sup> (1,2 x 0,3 m)	1,47	0,74	0,74
Tukey	Ns	ns	ns
<b>B. Dosis de regulador (CM) mL ha<sup>-1</sup></b>			
D1. 300 mL ha <sup>-1</sup>	1,55	0,74	0,53
D2. 600 mL ha <sup>-1</sup>	1,10	0,74	0,61
Tukey	Ns	ns	ns
<b>Comparaciones</b>			
Factorial BRS-336 con CM	1,33	0,74	0,57
Testigo 1. BRS-336 sin CM	1,23	0,98	0,37
F	Ns	ns	ns
Factorial BRS-336 con CM	1,33	0,74	0,57
Testigo 2. DP Acala-90 con CM	1,47	0,86	0,37
F	Ns	ns	ns
Promedio	1,33	0,74	0,57
CV (%)	53,03	50,43	69,74

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

CV = Coeficiente de variación

Durante esta investigación se registraron las poblaciones de los artrópodos-plaga de mayor regularidad en el cultivo, evaluándose a los 29, 51 y 84 dds. Se destacaron, la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae); trips *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae); pulgón del algodón *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae); gusano defoliador del algodón *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) y la araña roja *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae). También fue constatada la presencia de otras plagas como el minador del algodón *Bucculatrix thurberiella* (Lepidoptera: Lyonetiidae); gusano rosado *Pectinophora*

*gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae); minador de la hoja *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) y el gusano de la bellota *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), pero sus poblaciones fueron muy bajas e intermitentes.

En la **Tabla 50**, se observan las poblaciones de los artrópodos-plaga, en las fechas de evaluación de mayor incidencia. El ADEVA, no determinó diferencias estadísticas significativas entre las poblaciones en los factores en estudio (población de siembra y dosis de regulador de crecimiento), en su interacción, ni en las comparaciones del factorial con los testigos ( $P's > 0,05$ ), a excepción de las poblaciones de *Frankliniella* spp., evaluadas a los 84 dds, donde al comparar de la variedad BRS-336, con y sin aplicación de regulador de crecimiento, se encontró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), presentándose las menores poblaciones en aquellas parcelas aplicadas con CM.

Durante esta investigación, se registró la ocurrencia de una diversidad de artrópodos benéficos, en el cultivo de algodón. Se destacaron por sus mayores poblaciones varias especies de arañas (Araneae: Salticidae); la mosca verde *Condylostylus* sp. (Diptera: Dolichopodidae) y *Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae). Sin embargo, aunque de forma intermitente y con muy bajas poblaciones, también fue reportada la presencia de otras especies de enemigos naturales como: el chinche *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae); trips *Franklinothrips vespiformis* (thysanoptera: Aeolothripidae); mariquitas, *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea*, *Cheilomenes* sp., (Coleoptera: Coccinellidae), *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) y otras moscas de la familia Syrphidae.

Cuando se analizó las poblaciones de las tres especies de enemigos naturales de mayor ocurrencia (Arañas, *Condylostylus* sp. y *Chrysoperla* sp.), el ADEVA, no estableció diferencias estadísticas significativas entre los factores población de siembra y dosis de regulador de crecimiento, así como en su interacción y en las comparaciones con los testigos ( $P > 0,05$ ), en ninguna de las fechas de evaluación. Finalmente, se observó que, los depredadores arañas y *Chrysoperla* sp., fueron las que presentaron un mayor promedio general, con 3,56 y 2,39 individuos/planta, respectivamente, a los 84 dds (**Tabla 51**).

**Tabla 50.** Población promedio de Artrópodos-plaga registrada en los 29, 51 y 84 dds en los factores en estudio (A. población de plantas y B. dosis de regulador de crecimiento) y en la comparación del factorial con los dos testigos, en estudio en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

Factores en estudio	Artrópodos-plaga presentes entre el periodo 29 y 84 dds									
	<i>Bemisia tabaci</i>			<i>Frankliniella</i> spp.			<i>Aphis gossypii</i>		<i>Alabama argillacea</i>	<i>Tetranychus</i> spp.
	29 dds	51 dds	84 dds	29 dds	51 dds	84 dds	29 dds	84 dds	29 dds	29 dds
<b>A. Poblaciones de siembra ha-1</b>										
P1. 41 667 pl ha-1 (0,8 x 0,3 m)	3,67	5,17	4,67	24,33	70,50	14,83	2,50	0,00	3,67	11,17
P2. 33 333 pl ha-1 (1,0 x 0,3 m)	2,67	6,17	3,33	38,83	63,00	10,17	4,67	1,17	5,67	5,00
P3. 27 778 pl ha-1 (1,2 x 0,3 m)	6,33	4,50	5,00	25,83	44,33	12,00	1,83	0,33	3,67	11,00
Tukey	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>B. Dosis de regulador (CM) mL ha-1</b>										
D1. 300 mL ha-1	4,56	5,89	4,67	28,67	68,67	11,44	2,78	0,78	4,00	8,00
D2. 600 mL ha-1	3,89	4,67	4,00	30,67	49,89	13,22	3,22	0,22	4,67	10,11
Tukey	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Comparaciones</b>										
Factorial BRS-336 con CM	4,22	5,28	4,33	29,67	59,28	12,33 b	3,00	0,50	4,33	9,06
Testigo 1. BRS-336 sin CM	0,67	4,00	1,67	27,67	66,00	37,33 a	2,00	0,67	7,67	6,33
F	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
Factorial BRS-336 con CM	4,22	5,28	4,33	29,67	59,28	12,33	3,00	0,50	4,33	9,06
Testigo 2. DP Acala-90 con CM	4,67	5,67	2,67	35,33	38,33	13,00	5,00	1,00	3,67	7,67
F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Promedio	4,22	5,28	4,33	29,67	59,28	12,33	3,00	0,50	4,33	9,06
CV (%)	125,57	76,43	121,18	4,39	36,17	95,21	90,91	174,96	63,36	91,1

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

\*\* $p \leq 0,01$  = altamente significativo al 1%

CV = Coeficiente de variación



## Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

**Tabla 51.** Población promedio de Artrópodos-benéficos de mayor ocurrencia registrado en los 29, 51 y 84 dds en los factores en estudio (A. población de plantas y B. dosis de regulador de crecimiento) y en la comparación del factorial con los dos testigos, en estudio en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

Factores en estudio	Artrópodos-benéficos presentes entre los 29 y 84 dds				
	Arañas		Condyllostylus sp.	Chrysoperla sp.	
	29 dds	84 dds	29 dds	29 dds	84 dds
<b>A. Poblaciones de siembra ha-1</b>					
P1. 41 667 pl ha-1 (0,8 x 0,3 m)	1,00	2,67	0,33	0,33	1,33
P2. 33 333 pl ha-1 (1,0 x 0,3 m)	1,83	3,83	0,50	0,50	3,00
P3. 27 778 pl ha-1 (1,2 x 0,3 m)	0,83	4,17	1,00	0,00	2,83
Tukey	ns	ns	ns	ns	ns
<b>B. Dosis de regulador (CM) mL ha-1</b>					
D1. 300 mL ha-1	1,11	3,78	0,22	0,33	1,89
D2. 600 mL ha-1	1,33	3,33	1,00	0,22	2,89
Tukey	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Comparaciones</b>					
Factorial BRS-336 con CM	1,22	3,56	0,61	0,28	2,39
Testigo 1. BRS-336 sin CM	0,67	3,00	0,00	0,00	2,00
F	ns	ns	ns	ns	ns
Factorial BRS-336 con CM	1,22	3,56	0,61	0,28	2,39
Testigo 2. DP Acala-90 con CM	1,00	3,33	0,67	0,00	0,00
F	ns	ns	ns	ns	ns
Promedio	1,22	3,56	0,61	0,28	2,39
CV (%)	65,77	47,07	169,13	329,15	128,64

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

CV = Coeficiente de variación

### Variables productivas

En la **Tabla 52**, se presentan los valores promedios de los días a inicio de botoneo, floración, formación de bellotas y apertura de mota, observados entre los factores en estudio y la comparación de testigos. Para el factor A. Población de siembra, el análisis de varianza, solo detectó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), en la variable días transcurridos para el inicio de formación de bellotas de algodón, destacándose según la prueba de separación de medias Tukey, las poblaciones de 41 667 pl ha<sup>-1</sup> (0,8 x 0,3 m) y 33 333 pl ha<sup>-1</sup> (1,0 x 0,3 m), que iniciaron la formación de bellotas en el menor tiempo (63 dds). En el factor B. Dosis de regulador CM, su interacción y comparación entre testigos, no se estableció diferencias significativas, en los días a inicio de formación de bellotas. Para el caso de las variables días a inicio de botoneo, floración y apertura de bellotas, no hubo un efecto significativo de los tratamientos ( $P > 0,05$ ), quedando establecido en este experimento que, en promedio, las plantas de algodón de la variedad BRS-336 con regulador de crecimiento (CM), inician el botoneo a los 33,67 dds; la floración en 57,67 dds, la formación de bellota en 64,17 dds y la apertura de bellota se da a los 114,44 dds (**Tabla 52**).

**Tabla 52.** Días a inicio de botoneo, floración, formación de bellotas y apertura de mota, observada entre los factores estudiados y la comparación de testigos en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

Factores en estudio	Días a inicio de:			
	Botoneo	Floración	Formación de bellota	Apertura de mota
<b>A. Poblaciones de siembra ha<sup>-1</sup></b>				
P1. 41 667 pl ha <sup>-1</sup> (0,8 x 0,3 m)	34,83	57,00	63,00 a	115,33
P2. 33 333 pl ha <sup>-1</sup> (1,0 x 0,3 m)	31,33	57,00	63,00 a	115,33
P3. 27 778 pl ha <sup>-1</sup> (1,2 x 0,3 m)	34,83	59,00	66,50 b	112,67
<i>Tukey</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	*	<i>ns</i>
<b>B. Dosis de regulador (CM) mL ha<sup>-1</sup></b>				
D1. 300 mL ha <sup>-1</sup>	33,67	57,67	64,56	114,44
D2. 600 mL ha <sup>-1</sup>	33,67	57,67	63,78	114,44
<i>Tukey</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Comparaciones</b>				
Factorial BRS-336 con CM	33,67	57,67	64,17	114,44
Testigo 1. BRS-336 sin CM	31,33	57,00	63,00	119,67
<i>F</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Factorial BRS-336 con CM	33,67	57,67	64,17	114,44
Testigo 2. DP Acala-90 con CM	33,67	57,00	63,00	110,00
<i>F</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Promedio	33,67	57,67	64,17	114,44
CV (%)	10,23	2,79	3,04	3,82

*dds = días después de la siembra*

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

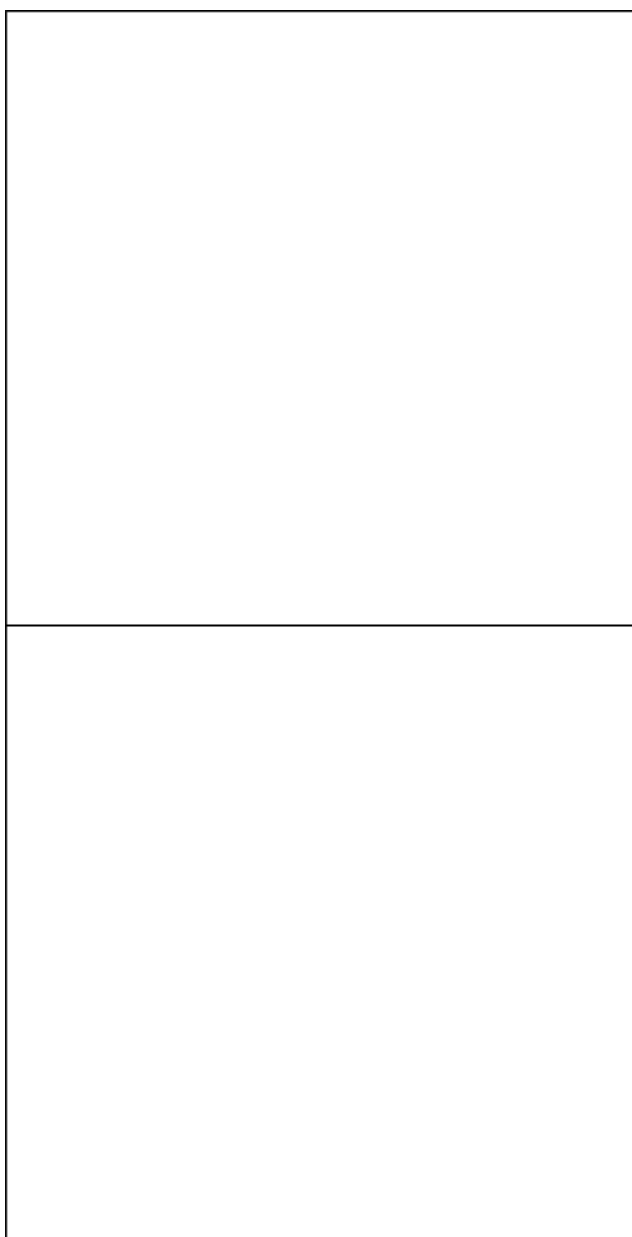
*ns = no significativo*

*CV = Coeficiente de variación*

En la **Figura 53**, se presenta la dinámica de producción de botones florales del algodón evaluada de los días 36 al 83 dds, entre los factores en estudio (A. Población de siembra y B. Dosis de CM). Se observa que indistintamente del factor, las plantas de algodón presentaron un paralelismo en el ritmo de producción de botones forales a lo largo del tiempo y alcanzaron la máxima producción de botones siempre a los 70 dds, tiempo a partir del cual esta producción decrece. Cuando se analizó estadísticamente el efecto de los factores, solo se determinó diferencias estadísticas significativas en el factor población de siembra ( $P < 0,05$ ), destacándose según Tukey, en la última fecha 83 dds, la menor población de siembra (27 778 pl ha<sup>-1</sup> = 1,2 x 0,3 m), que alcanzó un promedio de 16,97 botones florales/planta, muy superior a las otras dos poblaciones (**Figura 53A**). Mientras que, en el factor dosis de regulador de crecimiento no hubo diferencias estadísticas significativas, en las fechas de evaluación ( $P > 0,05$ ) (**Figura 53B**).

**Figura 53.** Número promedio de botones florales/planta registrados entre los 36 y 83 dds en los factores en estudio (A. población de plantas y B. dosis de regulador de crecimiento), en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

En referencia a la respuesta del número de botones florales/planta de la variedad BRS-336 a la aplicación del regulador de crecimiento (CM), solo fue observada diferencias significativas en la fecha 63 dds, ( $P < 0,05$ ), donde las plantas que no recibieron la aplicación del regulador de crecimiento CM, fueron las que alcanzaron el mayor valor promedio de botones florales/planta (19,73 bellotas), muy diferente significativamente a las 14,92 botones/planta, que se registró en las plantas con regulador CM ((Figura 54A). La producción de botones florales/planta entre las variedades BRS-336 y DP Acala-90, no fue significativamente diferente en ninguna de las fechas de evaluación ( $P > 0,05$ ) (Figura 54B).

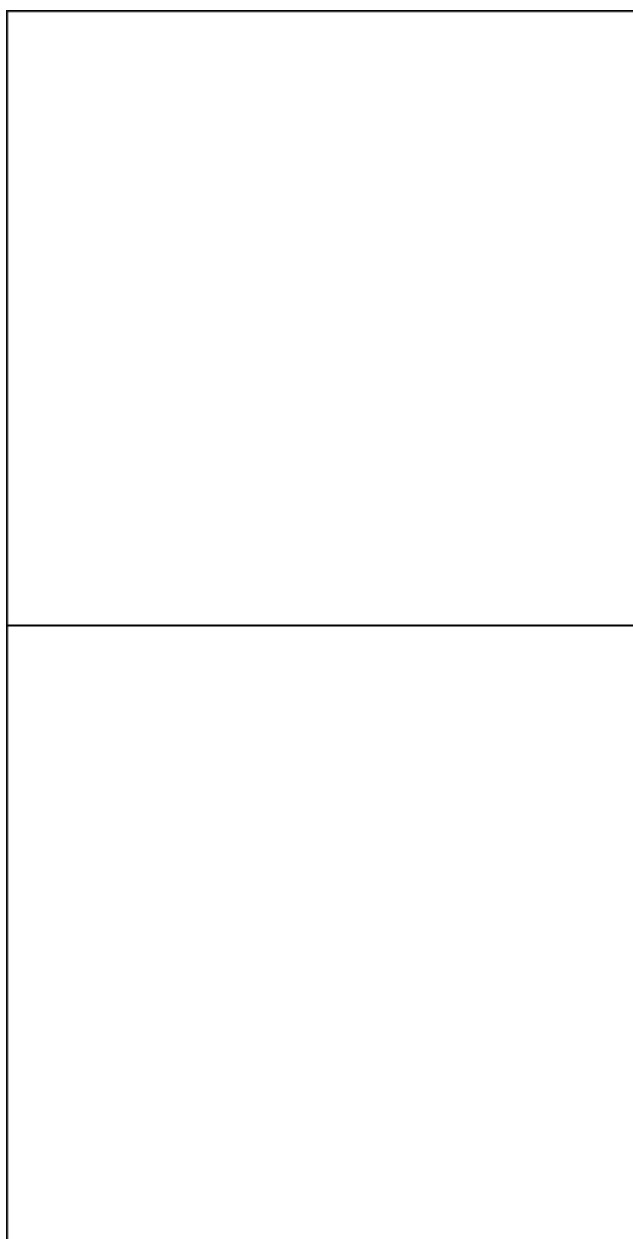


**Figura 54.** Número promedio de botones florales/planta registrados entre los 36 y 83 dds en la comparación del factorial con los dos testigos en estudio en el experimento sobre



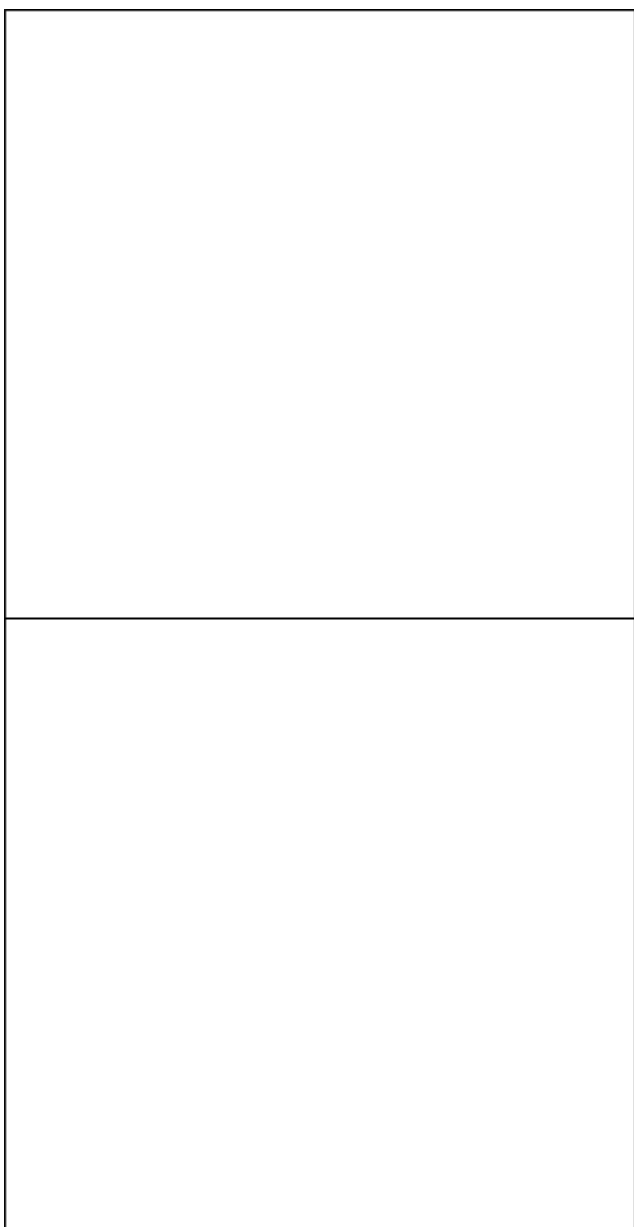
*comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.*

Al analizar la variable del número de flores/planta, presentes de los días 57 al 83 dds, se determinó que no hubo diferencias estadísticas significativas en la dinámica de producción de flores por efecto de los factores en estudio (A. Poblaciones de siembra  $ha^{-1}$  y B. Dosis de regulador  $CM mL ha^{-1}$ ) y su interacción ( $P > 0,05$ ). Sin embargo, se puede destacar que la producción de flores llegó a su máximo pico a los 83 dds en todos los tratamientos en ambos factores (**Figura 55A-B**).



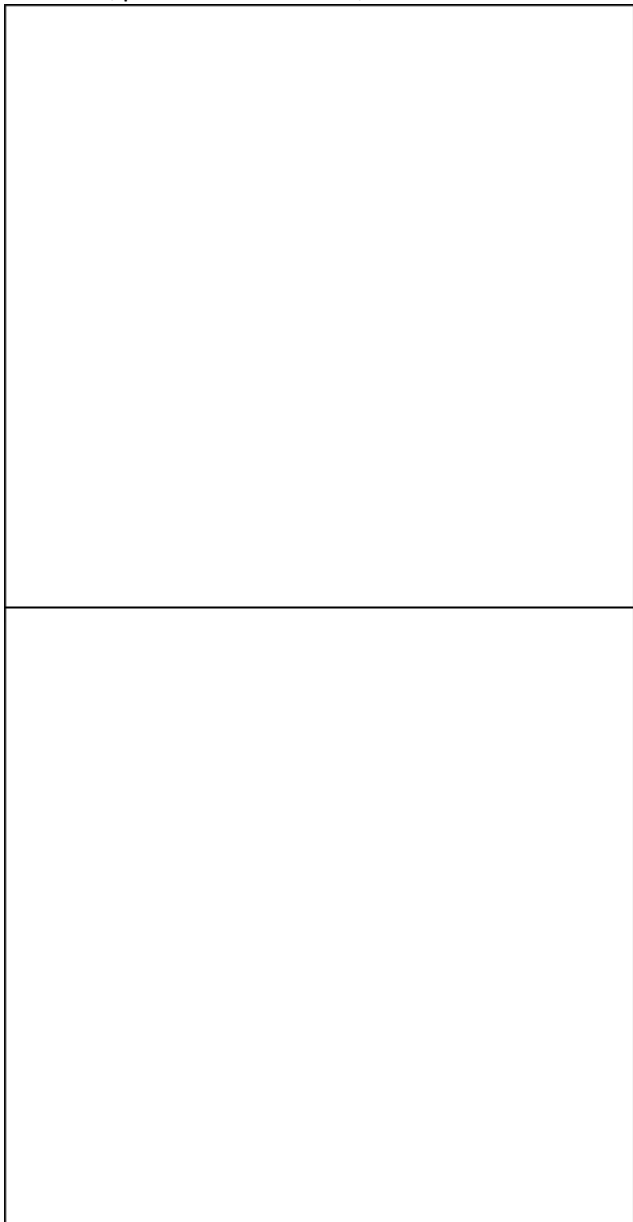
**Figura 55.** Número promedio de flores/planta registrados entre los 57 y 83 dds en los factores en estudio (A. población de plantas y B. dosis de regulador de crecimiento), en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

Cuando se analizó el número de flores/planta de la variedad BRS-336 por efecto de la aplicación del regulador de crecimiento (CM), nuevamente, al igual que en el caso del número de botones florales, solo a los 63 dds, se encontró diferencia estadística significativa ( $P < 0,05$ ), presentando las plantas sin regulador de crecimiento un mayor número de flores/planta con 1,40 flores, diferente significativamente a las parcelas tratadas con CM, que presentaron menor número de flores/planta (0,90 flores) (**Figura 56A**). La producción de flores/planta entre las variedades BRS-336 y DP Acala-90, no fue significativamente diferente en ninguna de las fechas de evaluación ( $P > 0,05$ ) (**Figura 56B**).



**Figura 56.** Número promedio de flores/planta registrados entre los 57 y 83 dds en la comparación del factorial con los dos testigos en estudio en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

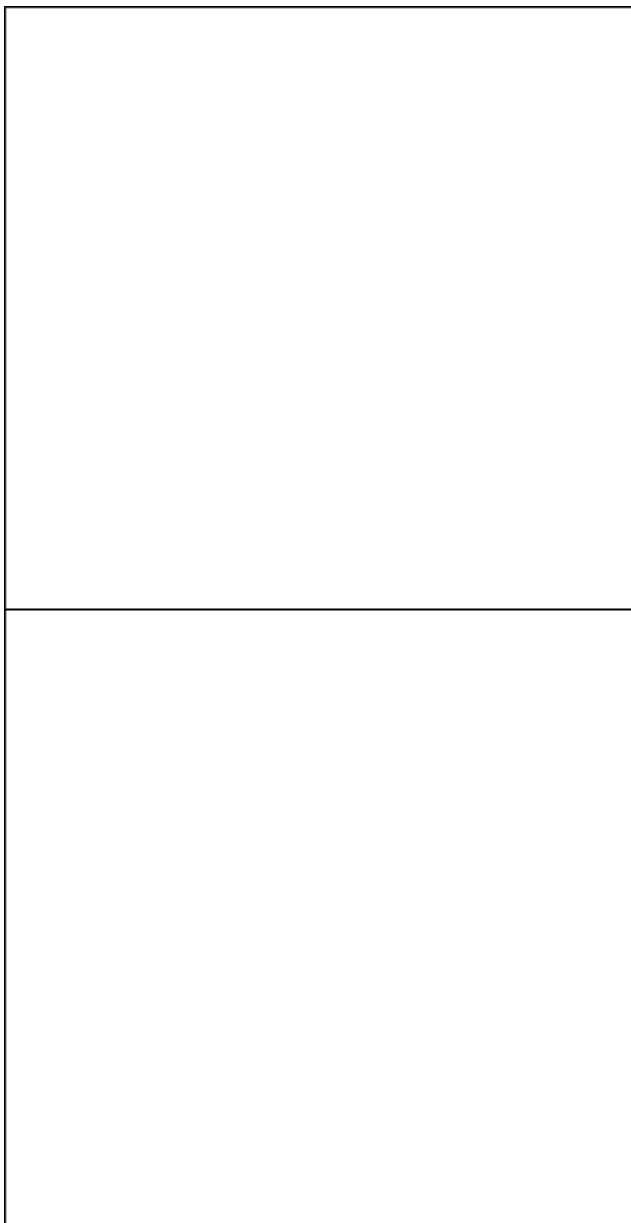
No hubo respuesta estadística significativa del número de bellotas/planta, a los factores en estudio (A. Poblaciones de siembra  $\text{ha}^{-1}$  y B. Dosis de regulador  $\text{CM mL ha}^{-1}$ ), su interacción, así como tampoco en las comparaciones del factorial con los testigos ( $P's > 0,05$ ), en las fechas registradas desde los 63 hasta los 118 dds (**Figuras 57 y 58**). No obstante, no fueron reportadas diferencias significativas en los factores, se observó siempre el máximo número de bellotas/planta a los 118 dds, en todos los tratamientos en ambos factores (**Figura 57A-B**).



**Figura 57.** Número promedio de bellotas/planta registrados entre los 63 y 118 dds en los factores en estudio (A. población de plantas y B. dosis de regulador de crecimiento), en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

En la comparación de la variedad BRS-336 con y sin regulador de crecimiento, se pudo apreciar que las plantas sin CM, declinaron el número de bellotas a partir de los 99 dds, terminando en 15,53 bellotas/planta; mientras que aquellas tratadas, siguieron incrementando el número de bellotas hasta los 118 dds, con 26,38 bellotas (**Figura 58 A**). Mientras que, en la comparación de las variedades, fue DP Acala-90, la que declinó su producción de bellotas a partir de los 99 dds, terminando en 19,20 bellotas; no así BRS-336,

que continuó su incremento progresivo hasta los 118 dds, con 26,38 bellotas/planta de algodón (**Figura 58B**).



**Figura 58.** Número promedio de bellotas/planta registrados entre los 63 y 118 dds en la comparación del factorial con los dos testigos en estudio en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

En la **Tabla 53**, se presentan los valores promedios del número total de botones florales, flores y bellotas/planta, reportados entre los factores en estudio y la comparación de testigos. Se determinó estadísticamente que ninguno de los factores influyó sobre estos parámetros productivos en el cultivo de algodón ( $P's > 0,05$ ). No obstante, fue valioso establecer que, en promedio general, la variedad BRS-336, alcanza un máximo de 65,21 botones florales, 7,20 flores y 26,38 bellotas/planta.

**Tabla 53.** Número total de botones florales, flores y bellotas por planta, observada entre los factores estudiados y la comparación de testigos en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

Factores en estudio	Número total de estructuras reproductivas/planta		
	Botones florales	Flores	Bellotas
<b>A. Poblaciones de siembra ha<sup>-1</sup></b>			
P1. 41 667 pl ha <sup>-1</sup> (0,8 x 0,3 m)	58,90	5,97	34,87
P2. 33 333 pl ha <sup>-1</sup> (1,0 x 0,3 m)	69,80	8,53	19,20
P3. 27 778 pl ha <sup>-1</sup> (1,2 x 0,3 m)	66,93	7,10	25,07
Tukey	ns	ns	ns
<b>B. Dosis de regulador (CM) mL ha<sup>-1</sup></b>			
D1. 300 mL ha <sup>-1</sup>	66,53	7,27	21,62
D2. 600 mL ha <sup>-1</sup>	63,89	7,13	31,13
Tukey	ns	ns	ns
<b>Comparaciones</b>			
Factorial BRS-336 con CM	65,21	7,20	26,38
Testigo 1. BRS-336 sin CM	67,73	8,47	15,53
F	ns	ns	ns
Factorial BRS-336 con CM	65,21	7,20	26,38
Testigo 2. DP Acala-90 con CM	68,13	6,60	19,20
F	ns	ns	ns
Promedio	65,21	7,20	26,38
CV (%)	16,67	30,52	85,24

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

CV = Coeficiente de variación

No hubo una diferencia estadística significativa ( $P > 0,05$ ), del rendimiento de algodón en rama ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), entre los factores en estudio (A. Poblaciones de siembra  $\text{ha}^{-1}$  y B. Dosis de regulador  $\text{CM mL ha}^{-1}$ ), su interacción y la comparación entre testigos. No obstante, esta falta de significación, se puede apreciar que, numéricamente fue con las mayores poblaciones de planta (41667 y 33333  $\text{pl ha}^{-1}$ ), que se obtuvo los mejores rendimientos, con 3857 y 3810  $\text{kg ha}^{-1}$  de algodón en rama, respectivamente. Con relación al efecto de las dosis de regulador de crecimiento, al menos en las condiciones de manejo del campo de productor y bajo un régimen pluviométrico de apenas 185 mm de precipitación, las parcelas con 300 y 600  $\text{mL ha}^{-1}$  de CM, presentaron un rendimiento muy similar (**Figura 59A**). Cuando comparamos la variedad BRS-336 con y sin regulador de crecimiento, así como la comparación de las variedades BRS-336 y DP-Acala 90. se observan rendimientos similares también (**Figura 13B**), lo cual confirma la no influencia del regulador de crecimiento bajo las condiciones del experimento; pero también sugiere una capacidad de adaptabilidad de la variedad BRS-336, que puede incluso bajo un adecuado régimen pluviométrico, mejorar sustancialmente su rendimiento (**Tabla 59B**).

**Figura 59.** Valores promedios del rendimiento de algodón en rama ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) registrados entre los factores en estudio (A. población de plantas y B. dosis de regulador de crecimiento) y en la comparación del factorial con los dos testigos en estudio en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

En la **Tabla 54**, se presentan los valores promedio de la relación porcentual de algodón obtenido en la primera cosecha. El ADEVA, no mostró diferencias estadísticas significativas entre los factores en estudio, su interacción y las comparaciones ( $P > 0,05$ ). Se determinó que, en promedio, el 72,93% de la producción de la variedad BRS-336 fue obtenida en el primer pase de cosecha, mientras que para la variedad DP Acala-90 fue de 63,14%.

Finalmente, cuando se analizó la relación porcentual fibra-semilla, no hubo diferencias estadísticas significativas entre los factores en estudio y su interacción ( $P > 0,05$ ). Con relación a las comparaciones, se puede mencionar que la aplicación de regulador de crecimiento no influyó significativamente en la relación fibra-semilla ( $P > 0,05$ ). Mientras que, en la comparación de las variedades en estudio, si fue observada diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), sobresaliendo la variedad DP Acala-90 por su mayor porcentaje de peso de fibra (41,67%), con relación al 39,22% que presentó BRS-336 (**Tabla 54**).

**Tabla 54.** Relación porcentual de algodón cosechado en el primer pase y relación porcentual del peso fibra-semilla de algodón obtenidos entre los factores estudiados y la comparación de testigos en el experimento sobre comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón BRS-336 en campo de productor. El Polvar, Tosagua.2021.

Factores en estudio	Relación porcentual de algodón obtenido en primera cosecha	Relación porcentual del peso:	
		Fibra	Semilla
<b>A. Poblaciones de siembra <math>\text{ha}^{-1}</math></b>			
P1. 41 667 pl $\text{ha}^{-1}$ (0,8 x 0,3 m)	71,99	39,00	61,00
P2. 33 333 pl $\text{ha}^{-1}$ (1,0 x 0,3 m)	75,25	39,33	60,67
P3. 27 778 pl $\text{ha}^{-1}$ (1,2 x 0,3 m)	71,54	39,33	60,67
Tukey	ns	ns	ns
<b>B. Dosis de regulador (CM) <math>\text{mL ha}^{-1}</math></b>			
D1. 300 $\text{mL ha}^{-1}$	70,53	39,00	61,00
D2. 600 $\text{mL ha}^{-1}$	75,32	39,44	60,56
Tukey	ns	ns	ns
<b>Comparaciones</b>			
Factorial BRS-336 con CM	72,93	39,22	60,78
Testigo 1. BRS-336 sin CM	69,56	40,33	59,67
F	ns	ns	ns
Factorial BRS-336 con CM	72,93	39,22	60,78
Testigo 2. DP Acala-90 con CM	63,14	41,67	58,33
F	ns	*	*
Promedio	72,93	39,22	60,78
CV (%)	11,56	4	2,64

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

\* $p \leq 0,05$  = significativo al 5%

CV = Coeficiente de variación

## CONCLUSIONES

En relación a su lugar de origen, la variedad de algodón BRS-336, presentó valores similares e incluso precocidad, en la mayoría de parámetros comparables, tales como altura de planta, días a inicio de botoneo, floración, formación de bellotas, apertura de mota e inicio de cosecha; lo cual sugiere una excelente capacidad de adaptación de esta nueva variedad, bajo las condiciones de campo del productor.

Las poblaciones de siembra y la aplicación de regulador de crecimiento, no influyeron significativamente en ninguna de las variables agronómicas, fisiológicas y productivas del algodón, bajo las condiciones del productor, observándose además que, no hubo diferencia en el rendimiento de la variedad BRS-336 con la variedad local adaptada DP Acala-90, confirmando su adaptabilidad.

El ritmo de producción de botones florales, flores y bellotas, no fue afectado por la densidad de plantas, ni por la aplicación del regulador de crecimiento cloruro de mepiquat.

La variedad BRS-336 alcanzó un rendimiento promedio de algodón en rama de 3857 kg ha<sup>-1</sup> muy similar al lugar de origen (3851 kg ha<sup>-1</sup>). Sin embargo, este rendimiento es bajo si lo comparamos con el potencial reportado a nivel de la EEP, que alcanzó en promedio de 5000 kg ha<sup>-1</sup>. Esta disminución del rendimiento se debió a la poca humedad recibida durante el cultivo, que apenas fue de 185 mm de precipitación.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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/>

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.

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 espaciado entre surcos y densidad poblacional. I. Rendimiento, precocidad y calidad de fibra. *Phyton* (Buenos Aires) Volumen 2004 (1): 57-67.

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

INIAP (2020). Informe Técnico Anual. Departamento de Entomología. Estación Experimental Portoviejo-INIAP. 195p.

Johnson, R.E; Walhood, V.T. y West, D.L. (1973). Short season cotton in the San Joaquin Valley. *California Agric.* 27:14-15.

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.

Ministerio de Agricultura y Ganadería-MINAG-Perú (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.

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>.

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.

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/>.

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.

Sistema Nacional de Información Agropecuaria-SIPA. (2019). Informe de rendimientos objetivos de Algodón en Rama 2019. Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1-6.

Veramendi, T. (2013). Problemática del cultivo de algodón en Perú. PPT. Slide Player. Lima, Perú.

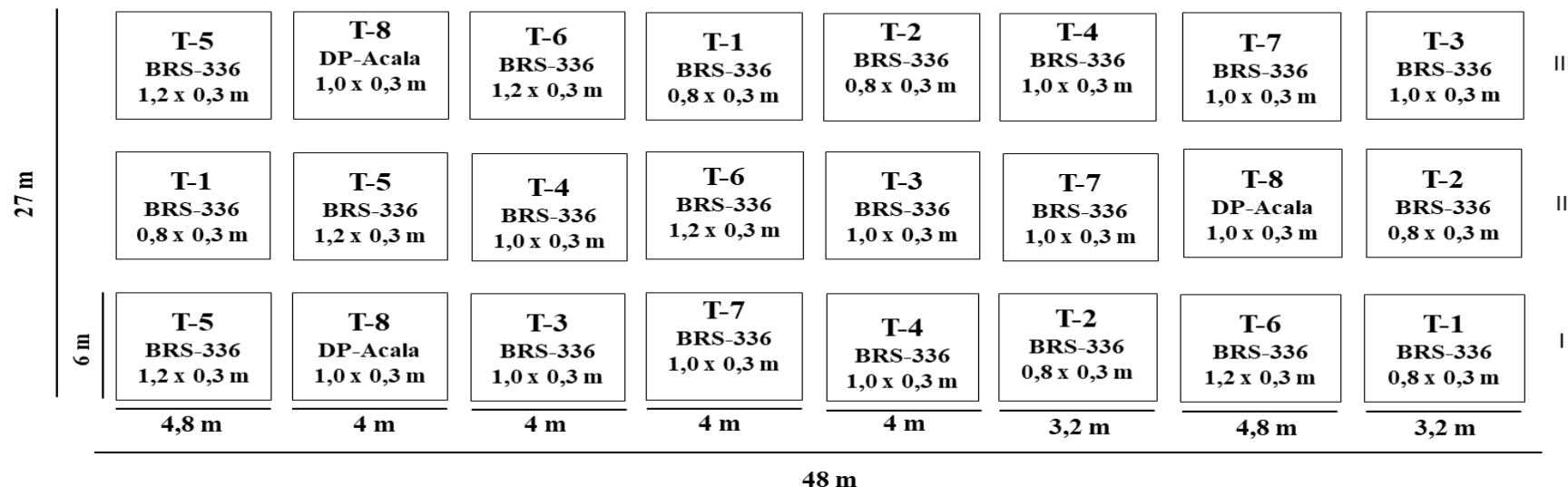
Veramendi, T. y Lam, S. (2011). Guía Técnica Curso-Taller “Manejo Integrado del Algodoneiro. “Jornada de Capacitación UNALM-Agrobanco”. Universidad Nacional Agraria La Molina, Oficina Académica de Extensión y Proyección Social. Pág. No. 11, 12. La Arena, Piura, Perú.



**CROQUIS DE CAMPO**

**Actividad:** Comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de la variedad de algodón “BRS-336” con tecnologías de manejo bajo las condiciones de campo de productor

**Ubicación:** Tosagua, Manabí. Ciclo: 2021a



Tratamiento	Población de siembra (pl ha <sup>-1</sup> )	Distanciamiento (m)	Dosis de regulador de crecimiento CM (mL ha <sup>-1</sup> )
1. BRS-336	41667	0,8 x 0,3	300
2. BRS-346	41667	0,8 x 0,3	600
3. BRS-336	33333	1,0 x 0,3	300
4. BRS-336	33333	1,0 x 0,3	600
5. BRS-336	27778	1,2 x 0,3	300
6. BRS-336	27778	1,2 x 0,3	600
7. BRS-336 (testigo)	33333	1,0 x 0,3	Sin regulador de crecimiento
8. DP Acala-90 (testigo)	33333	1,0 x 0,3	300

**Actividad 7. Comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de diez accesiones de algodón nativo *Gossypium barbadense* de colores bajo un régimen de manejo tecnológico en las condiciones del Valle del Río Portoviejo**

**ANTECEDENTES**

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 cultivadas 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. La evaluación de estas accesiones consisten en describir las características cualitativas y cuantitativas para discriminar entre ellas, determinar su utilidad, identificar duplicados, 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", el INIAP realizó entre el 2019-2020, la Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador, conformada por 36 accesiones provenientes de las provincias de Manabí y Guayas, permitiendo conocer la expresión de las principales características cualitativas y cuantitativas de estas accesiones y finalmente la formación de grupos genéticos.

Como producto de este estudio, durante el 2021, fueron seleccionadas de la colección, 10 accesiones de la especie *Gossypium barbadense* con características sobresalientes de color de fibra, longitud de fibra, peso, entre otras, deseables para la producción de algodón comercial.

Estos materiales de hábitos permanentes, deben ser estudiados en las condiciones de manejo comercial y observar así, su respuesta a un programa de manejo agronómico que, involucra el uso de distanciamiento estrecho, uso de regulador de crecimiento, fertilización, entre otras tecnologías. En estas circunstancias se planteó esta investigación que, tuvo como

objetivo observar el comportamiento agro productivo de diez accesiones de algodón nativo *G. barbadense* de colores bajo un régimen de manejo tecnológico en las condiciones del Valle del Río Portoviejo.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Conocer el comportamiento productivo de accesiones de algodón *Gossypium barbadense* en las condiciones de manejo comercial.

### Objetivos específicos

Determinar las características cualitativas y cuantitativas deseables de diez accesiones de algodón *G. barbadense*

Evaluar el comportamiento agronómico, productivo y fitosanitario de diez accesiones de algodón nativo *Gossypium barbadense* de colores bajo un régimen de manejo tecnológico en las condiciones del Valle del Río Portoviejo.

## METODOLOGÍA

### Ubicación

El presente estudio se lo realizó durante el 2021, 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.

### Material vegetal de estudio

Se escogieron diez accesiones de la colección de algodón de la especie *G. barbadense* que mantiene la Estación Portoviejo, provenientes de las provincias de Manabí y Guayas. En la **Tabla 55**, se enlistan las 10 accesiones, con las principales características de selección.

### Diseño experimental

El experimento se estableció bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones.

### 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 realizaron comparaciones de las medias de los tratamientos a través de la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Para los análisis se empleó el Software estadístico InfoStat versión 1.0 (InfoStat, 2016).

**Tabla 55.** Principales caracteres de selección de las accesiones de algodón de colores. Teodomira, 2021.

Trat.	Código	Categoría de color de fibra	Color de fibra	Categoría de longitud de fibra	Longitud fibra	Color de borra	Presencia de borra	Densidad de borra	Peso de mota con semilla	No. Semillas/mota	Peso de 550 semillas
1	ECGPRSMV-005	3	Marrón	1	16,4	4	1	3	2,5	26	40
2	ECGPRSMV-016	2	Beige	7	29,6	4	0	1	3,8	26	52
3	ECGPMV-027	2	Beige	9	31,2	1	0	1	3,5	23	48
4	ECGPMV-028	2	Beige	5	27,0	1	0	1	2,9	20	46
5	ECGPRSWR-036	2	Beige	5	26,8	1	0	1	3,8	23	58
6	ECGPRSMV-015	1	Blanco	7	29,4	4	0	1	3,8	24	48
7	ECGPRSWR-030	1	Blanco	5	28,2	1	0	1	4,3	25	44
8	ECGPRSWR-033	1	Blanco	7	29,6	1	0	1	3,4	22	42
9	ECGPRSMV-017	1	Extra blanco	3	23,0	4	1	3	3,8	28	50
10	ECGPRSMV-018	1	Extra blanco	7	29,4	4	1	5	4,2	28	54

Categoría de la longitud de fibra:  
 ( } a < 21,8 mm  
 1 } - 24,9 mm  
 2 } ,1 - 28,7 mm  
 3 } - 30,5 mm  
 4 } a > 30,5 mm

Color de borra:  
 1 = Blanco  
 2 = Gris  
 3 = Verde claro  
 4 = Marrón claro

Densidad de la borra:  
 1 = Blanco  
 2 = Gris  
 3 = Verde claro  
 4 = Marrón claro



## Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

### 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”. La siembra se realizó de forma manual, el 20 de mayo de 2021, colocando cinco semillas, a un distanciamiento experimental de 1,2 m entre línea y 0,6 m entre sitio. A los 25 días después de la siembra (dds), se raleo, dejando una planta por sitio, con lo que se obtuvo una densidad poblacional de 13.888 pl ha<sup>-1</sup>. Pevio a la siembra la semilla fue tratada con thiodicarb + imidacloprid (Semeprid) 25 mL /kg de semilla. Para el control de malezas, inmediatamente a la siembra, se realizó la aplicación del herbicida pre-emergente (pendimentalina 4 L ha<sup>-1</sup>) + un herbicida de contacto no selectivo (paraquat 4 L ha<sup>-1</sup>). No fue necesario realizar ninguna aplicación de herbicida en pos-emergencia. Sin embargo, se efectuaron cuatro deshierbas complementarias hasta el cierre de calle. Durante los primeros 90 días se suministraron riegos semanales y a partir de esta fecha, hasta los 130 dds, los riegos fueron quincenales, mediante el sistema por goteo. Sólo fue necesario realizar cuatro controles fitosanitarios, principalmente para la presencia de pulgones *Aphis gossypii*; trips *Frankliniella* sp. y gusano defoliador *Alabama argillacea*. Se utilizaron en rotación: thiametoxam, cipermetrina, fipronil. La fertilización fue fundamentalmente del tipo nitrogenada. Debido a lo largo de su ciclo se realizaron tres aplicaciones de fertilizantes, a los 32, 67 y 94 dds, empleando la mezcla de urea + YaraMila® (1:2). En cada ocasión se aplicó 135 kg ha<sup>-1</sup> de la mezcla. Fue necesario efectuar tres pases de cosecha a los 156, 178 y 205 dds. Al término de la cosecha se cortó y retiró del área experimental el rastrojo, para posteriormente quemar, con la finalidad de destruir los sitios de cría o sobrevivencias de las plagas del algodonero.

### Aplicación de regulador de crecimiento

La aplicación del regulador de crecimiento cloruro de mepiquat, se realizó en función del desarrollo fenológico de cada accesión. La primera aplicación se realizó con el inicio de aparición de botones florales. El tratamiento 9 (ECGPRSMV-017), fue el más precoz, realizándose la primera aplicación a los 73 dds, le siguieron los tratamientos 8 (ECGPRSWR-033) y 10 (ECGPRSMV-018), a los 82 dds. A los tratamientos 2 (ECGPRSMV-016), 3 (ECGPMV-027), 4 (ECGPMV-028) y 6 (ECGPRSMV-015), se le aplicó a los 87 dds; le siguieron los tratamientos 1 (ECGPRSMV-005) y 5 (ECGPRSWR-036), a los 102 dds y finalmente el tratamiento 7 (ECGPRSWR-030), a los 109 dds, que se comportó como el más tardío. A partir de esta aplicación, se efectuó una segunda a los 30 días después, de acuerdo a la fecha que le correspondía a cada accesión. En cada fecha se utilizó la dosis mínima de 0,5 mL/L agua; usando 600 y 750 L/ha de agua, respectivamente para cada aplicación.

### Levantamiento de la información

La evaluación de las variables consideradas en esta investigación, se realizó sobre cinco plantas aleatoriamente escogidas y marcadas en cada una de las 30 parcelas. Se registró las siguientes **variables agronómicas**: porcentaje de emergencia a los 5, 8, 11, 15, 19 y 25 dds; altura de planta a los 39, 47, 61, 67, 74, 82, 89, 96, 107, 143 y 170 dds; diámetro del tallo a los 74, 89 y 143 dds; longitud de entrenudos (cm), a los 61, 74, 82, 89 y 96 dds; número de ramas/planta a los 61, 74 y 91 dds; índice de clorofila a los 67 y 91 dds y los días al cierre de calle. **Variables productivas** como el número de botones florales/planta a los 74, 82, 89 y 96 dds; número de flores a los 82, 89 y 96 dds; número de bellotas/planta a los 89, 96 y 124 dds; así como los días transcurridos para el inicio de botoneo, floración, formación de bellotas y apertura de mota. Finalmente se registró el rendimiento de algodón en rama (kg ha<sup>-1</sup>). A partir de estos datos se tiene pendiente registrar la relación del peso de fibra-semilla. También, fueron evaluadas las **variables fitosanitarias**: porcentaje de plantas trozadas por insectos del suelo de los géneros *Agrotis* sp. y *Spodoptera* sp. y plantas enfermas en los mismos periodos de evaluación de la emergencia. Para el resto de los artrópodos, se

realizaron evaluaciones a los 61, 75 y 91 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. Los resultados de estas evaluaciones sirvieron para la toma de decisión de los respectivos controles fitosanitarios.

## RESULTADOS

Al cierre de este informe se presentan resultados parciales de algunas de las variables más importantes registradas en esta investigación, ya que, los últimos datos entre ellos la cosecha fue realizada hasta el mes de diciembre de 2021.

En la **Tabla 56**, se presenta los valores promedios del porcentaje de emergencia de las plantas de las diez accesiones de algodón evaluadas. El análisis de varianza, determinó diferencias estadísticas altamente significativas entre los materiales ( $P < 0,01$ ). Según la prueba de separación de medias Tukey, la accesión ECGPRSMV-018, se destacó de las demás por su mayor emergencia (36%), seguida de ECGPRSMV-017, que presentó un 26,67% de emergencia. No obstante, es importante dejar en claro que, estos son porcentajes de emergencia extremadamente bajos, no obstante, la semilla corresponde a la campaña 2020.

**Tabla 56.** Porcentaje de emergencia de plantas a los 25 dds observada entre las diez accesiones de algodón de colores Teodomira-Santa Ana.2021.

Tratamientos	Código	Emergencia (%) 25 dds
1	ECGPRSMV-005	25,00 bc
2	ECGPRSMV-016	26,33 c
3	ECGPMV-027	20,67 bc
4	ECGPMV-028	19,33 bc
5	ECGPRSWR-036	7,33 a
6	ECGPRSMV-015	24,67 bc
7	ECGPRSWR-030	15,67 ab
8	ECGPRSWR-033	20,67 bc
9	ECGPRSMV-017	26,67 cd
10	ECGPRSMV-018	36,00 d
Promedio		22,23
Tukey		**
CV %		14,71

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

\*\* $p \leq 0,01$  = altamente significativo al 1%

CV = Coeficiente de variación

Cuando se analizó los resultados de la variable altura de planta (m), a los 47, 74, 89, 124, 143 y 170 dds, se observó que, hasta las dos primeras fechas, no hubo diferencias estadísticas significativas. A partir de los 89 dds, ya se determinó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ). Según la prueba de Tukey, fue la accesión ECGPRSMV-017, la que se presentó con la menor altura de planta en las fechas 124, 143 y 170 dds, mostrando una altura bastante comercial (1,20; 1,32 y 1,34 m, respectivamente), muy posiblemente por efecto de la aplicación de regulador de crecimiento. Le sigue la accesión ECGPRSMV-018, con 1,25; 1,32 y 1,35 m, en las mismas fechas citadas. Mientras que otras accesiones, al parecer no respondieron a la aplicación del regulador, ya que pese a las dos aplicaciones continuaron creciendo, llegando a promedios de 1,19; 1,68; 1,80 y 2,04 m de altura a los 89, 124, 143 y 170 dds, como se reportó en la accesión ECGPRSWR-036 (**Tabla 57**).

**Tabla 57.** Altura de planta (m), registrada a los 47, 74, 89, 124, 143 y 170 dds en las diez accesiones de algodón de colores Teodomira-Santa Ana.2021.

Trat.	Código	Altura de planta (m)					
		47 dds	74 dds	89 dds	124 dds	143 dds	170 dds
1	ECGPRSMV-005	0,25	0,68	0,95 ab	1,51 cd	1,69 cd	1,89 c
2	ECGPRSMV-016	0,29	0,69	0,89 a	1,45 bcd	1,71 cd	1,95 c
3	ECGPMV-027	0,26	0,67	0,85 a	1,31 abc	1,51 abc	1,75 bc
4	ECGPMV-028	0,25	0,66	0,84 a	1,32 abc	1,50 abc	1,72 bc
5	ECGPRSWR-036	0,28	0,88	1,19 b	1,68 d	1,80 d	2,04 c
6	ECGPRSMV-015	0,31	0,84	1,04 ab	1,54 cd	1,74 cd	1,90 c
7	ECGPRSWR-030	0,32	0,82	1,07 ab	1,45 bcd	1,56 bcd	1,69 abc
8	ECGPRSWR-033	0,29	0,80	0,98 ab	1,33 abc	1,51 abc	1,76 bc
9	ECGPRSMV-017	0,39	0,95	1,02 ab	1,20 a	1,24 a	1,30 a
10	ECGPRSMV-018	0,31	0,84	1,03 ab	1,25 ab	1,32 ab	1,35 ab
Promedio		0,30	0,78	0,99	1,40	1,56	1,74
Tukey		ns	ns	**	**	**	**
CV %		22,00	12,91	10,11	5,93	6,07	8,22

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo

\*\* $p \leq 0,01$  = altamente significativo al 1%

CV = Coeficiente de variación

Con relación al diámetro de tallo (mm), en la **Tabla 58**, se presentan los valores promedios de esta variable obtenidos a los 74 dds (antes de la aplicación de regulador CM) y a los 143 dds (después de las aplicaciones de CM). El análisis estadístico, no determinó diferencias significativas entre las accesiones en la fecha 74 dds ( $P > 0,05$ ). Mientras que, en la evaluación realizada a los 143 dds, si hubo diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), destacándose nuevamente la accesión ECGPRSMV-017 por presentar el menor diámetro de tallo (12,35 mm), seguido de la accesión ECGPRSMV-018, con 13,19 mm.

**Tabla 58.** Diámetro de tallo (mm), registrada a los 74 y 143 dds en las diez accesiones de algodón de colores Teodomira-Santa Ana.2021.

Tratamientos	Código	Diámetro de tallo (mm)	
		74 dds	143 dds
1	ECGPRSMV-005	12,83	16,82 cd
2	ECGPRSMV-016	15,53	17,16 cd
3	ECGPMV-027	13,27	15,15 bc
4	ECGPMV-028	13,13	15,03 abc
5	ECGPRSWR-036	14,67	18,05 d
6	ECGPRSMV-015	14,50	17,44 cd
7	ECGPRSWR-030	13,30	15,67 bcd
8	ECGPRSWR-033	13,13	15,16 bc
9	ECGPRSMV-017	11,13	12,35 a
10	ECGPRSMV-018	12,63	13,19 ab
Promedio		13,41	15,60
Tukey		ns	**
CV %		11,66	6,08

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ns = no significativo



**\*\* $p \leq 0.01$  = altamente significativo al 1%**  
CV = Coeficiente de variación

En la **Tabla 59**, se observan los valores promedios de la variable longitud de entrenudos (cm), registradas a los 61 y 96 dds. El ADEVA, estableció diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), en la fecha 61 dds y diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), a los 96 dds. Según la prueba de separación de medias Tukey a los 61 dds destacaron por su menor longitud las accesiones ECGPRSMV-005, ECGPRSMV-016, ECGPMV-027, ECGPMV-028 y ECGPRSWR-036. Mientras que en la fecha 96 dds, sólo coincidió la accesión ECGPRSWR-036. Mientras que, las accesiones ECGPRSMV-017, ECGPRSMV-018, estuvieron entre las de mayor longitud de entrenudos.

**Tabla 59.** Longitud de entrenudos (cm), registrada a los 61, 82 y 96 dds en las diez accesiones de algodón de colores Teodomira-Santa Ana.2021.

Tratamientos	Código	Longitud de entrenudos (cm)	
		61 dds	96 dds
1	ECGPRSMV-005	1,90 a	2,13 ab
2	ECGPRSMV-016	1,93 a	2,36 ab
3	ECGPMV-027	2,00 a	2,03 ab
4	ECGPMV-028	1,94 a	2,02 ab
5	ECGPRSWR-036	1,93 a	1,86 a
6	ECGPRSMV-015	2,35 ab	2,26 ab
7	ECGPRSWR-030	2,13 ab	2,04 ab
8	ECGPRSWR-033	2,20 ab	2,16 ab
9	ECGPRSMV-017	2,72 b	2,40 ab
10	ECGPRSMV-018	2,54 ab	2,60 b
Promedio		2,164	2,186
Tukey		**	*
CV %		10,22	10,58

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**\*\* $p \leq 0.01$  = altamente significativo al 1%**

CV = Coeficiente de variación

En referencia a al número de ramas productivas/planta, registrado a los 150 dds, el análisis de varianza determinó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ). Según la prueba de tukey, fue la accesión ECGPRSWR-036 que se destacó del resto por el mayor número de ramas productivas/planta (21,07). También se puede mencionar a la accesión ECGPRSMV-017, cuyas plantas presentaron en promedio 20,47 ramas productivas, además de ECGPMV-027 con 20,80 ramas (**Tabla 60**).

**Tabla 60.** Número de ramas productivas/plantas a los 150 dds observada entre las diez accesiones de algodón de colores Teodomira-Santa Ana.2021.

Tratamientos	Código	No. de ramas productivas/planta (150 dds)
1	ECGPRSMV-005	13,67 ab
2	ECGPRSMV-016	12,40 a
3	ECGPMV-027	20,80 bc
4	ECGPMV-028	18,80 abc
5	ECGPRSWR-036	21,07 c
6	ECGPRSMV-015	15,00 abc
7	ECGPRSWR-030	15,87 abc

8	ECGPRSWR-033	19,53 abc
9	ECGPRSMV-017	20,47 bc
10	ECGPRSMV-018	19,53 abc
Promedio		17,71
Tukey		**
CV %		13,93

dds = días después de la siembra

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

\*\* $p \leq 0.01$  = altamente significativo al 1%

CV = Coeficiente de variación

Cuando se analizó los días transcurridos al inicio del botoneo, floración, formación de bellotas y apertura de mota, el ADEVA estableció diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), en todas las variables, destacándose según la prueba de separación de medias tukey, la accesión ECGPRSMV-017 al presentar el menor tiempo para la formación de botones florales (74 dds), floración (83,33 dds), formación de bellotas (88,67 dds) y apertura de mota (132,67 dds), seguido estadísticamente de la accesión ECGPRSMV-018, que presentó un tiempo de inicio de botoneo de (74 dds), inicio de floración (88,00 dds), formación de bellotas (90,00 dds) y apertura de mota (150,00 dds): Mientras que la accesión ECGPRSMV-005, fue la que se comportó como la más tardía en todos estos parámetros evaluados (Tabla 61).

**Tabla 61.** Días a inicio de botoneo, floración, formación de bellotas y apertura de mota, observado entre las diez accesiones de algodón de colores Teodomira-Santa Ana.2021.

Tratamientos	Código	Días a inicio de:			
		Botoneo	Floración	Formación de bellota	Apertura de mota
1	ECGPRSMV-005	116,67 b	123,67 c	134,33 c	157,00 b
2	ECGPRSMV-016	76,33 a	97,33 ab	104,33 ab	154,00 ab
3	ECGPMV-027	74,00 a	102,00 abc	109,00 abc	159,00 b
4	ECGPMV-028	74,00 a	95,00 ab	100,33 ab	160,00 b
5	ECGPRSWR-036	88,00 ab	106,67 bc	116,67 bc	157,00 b
6	ECGPRSMV-015	76,33 a	93,33 ab	102,00 ab	154,00 ab
7	ECGPRSWR-030	88,00 ab	102,67 abc	112,00 abc	159,00 b
8	ECGPRSWR-033	74,00 a	86,33 ab	93,33 ab	152,00 ab
9	ECGPRSMV-017	74,00 a	83,33 a	88,67 a	132,67 a
10	ECGPRSMV-018	74,00 a	88,00 ab	90,00 a	150,00 ab
Promedio		81,533	97,833	105,066	153,467
Tukey		**	**	**	**
CV %		12,06	7,97	8,35	4,82

dds = días después de la siembra

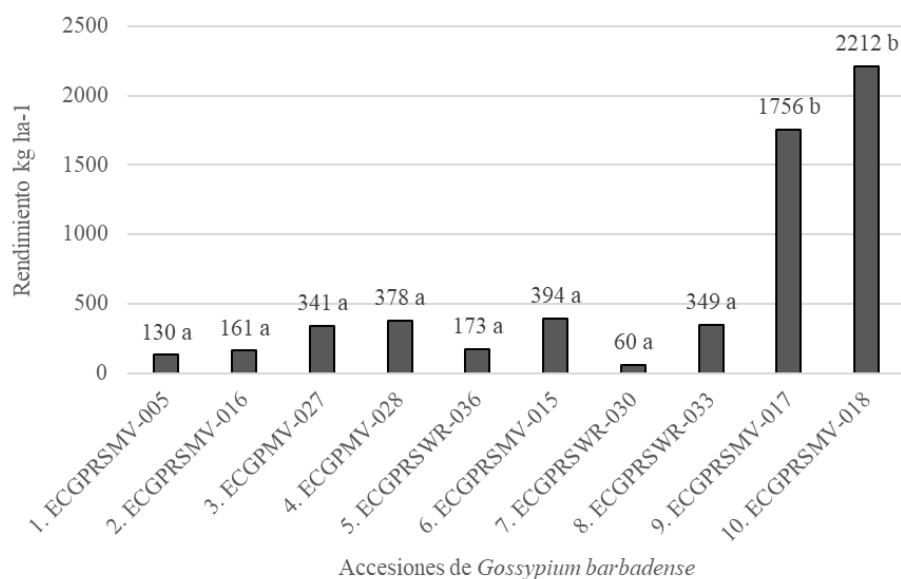
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

\*\* $p \leq 0.01$  = altamente significativo al 1%

CV = Coeficiente de variación

En la Figura 60, se presentan los valores promedios del rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>), de algodón en rama, de las diez accesiones de algodón de colores. Según el ADEVA hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre las accesiones ( $P < 0,01$ ). Según la prueba de separación de medias tukey, se destacaron significativamente de las demás, las accesiones ECGPRSMV-018 y ECGPRSMV-017, al presentar los mayores promedios de algodón en rama

con 2212 y 1756 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Mientras que las otras ocho accesiones, no superaron los 394 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 60.** Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) de algodón en rama de diez accesiones de algodón de colores Teodomira-Santa Ana.2021. (\*\*) CV % 39,01.

## CONCLUSIONES

Las accesiones ECGPRSMV-018 y ECGPRSMV-017, fueron las que mejor se comportaron frente al programa de manejo agronómico implementado, ya que se destacaron en la mayoría de las variables evaluadas, presentando rendimientos significativos de 2212 y 1756 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. No obstante, son resultados preliminares y sería necesario evaluar estos materiales bajo las condiciones del periodo lluvioso y en otros ambientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

Feng, Ch.; Ulloa, M.; Pérez, M. C. Y 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-Hispano. Herbarium Truxillense (HUT) (Eds.), Trujillo, Perú. 256 pp.

InfoStat (2016). Software Estadístico, versión 1.0. Manual del usuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. 241p.  
infostat@agro.uncor.edu.

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

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). Fanerógamas del Perú. GRAFICART (Eds.). Trujillo, Perú. 1331pp

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

Pérez, C.; Tovar, M. del R.; Obispo, Q.; Legorreta, F. y 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.

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

Reyes, P. (2014). El algodón pima Peruano : cultivo y manejo agronómico. Perú.

Robles, R. (2012). Producción de oleaginosas y textiles. Limusa (Eds.). México. 200 pp.

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. Capítulo 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. y 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.

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

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.; Tavitás, 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.

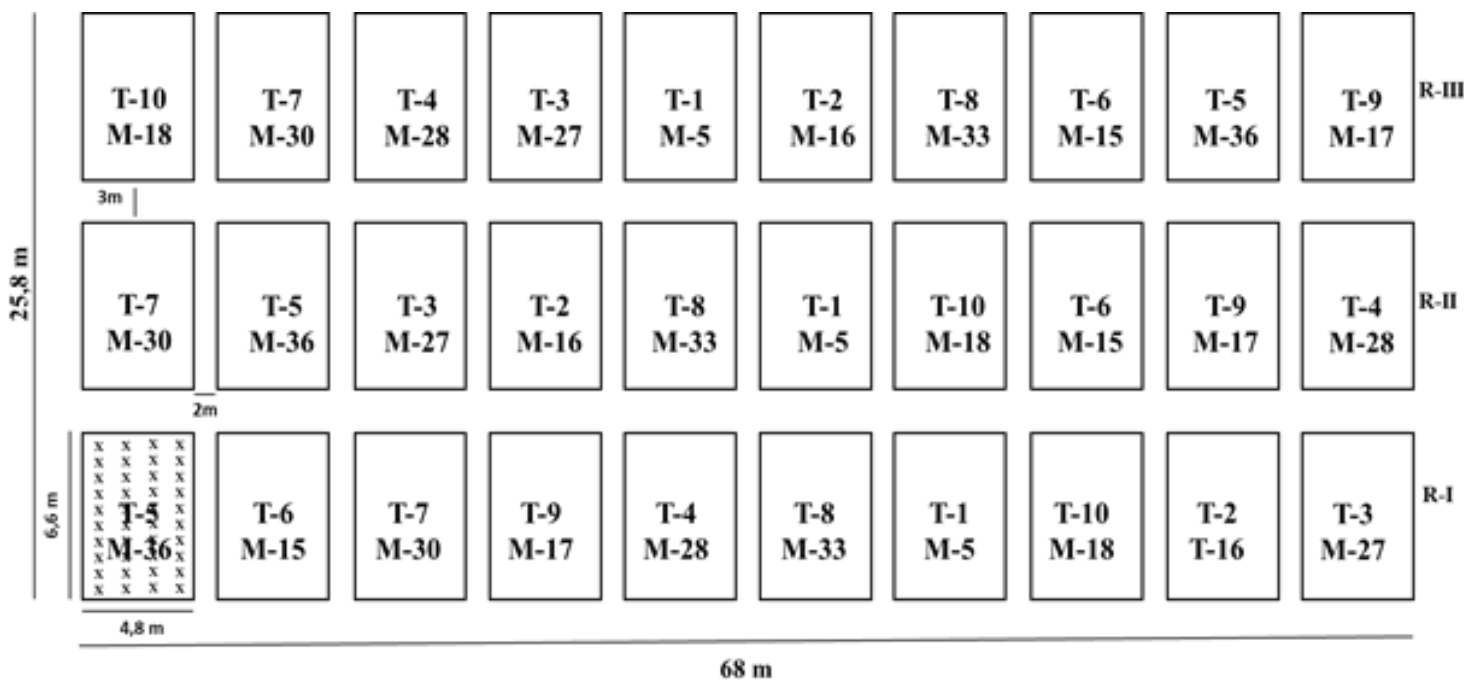
Ulloa, M.; Stewart, J. McD.; García, E.A.C.; Godoy, S.A.; Gaytán, A.M. y Acosta, S.N. (2006). Cotton genetic resources in the western states of México: in situ conservation status and germplasm collection for ex situ preservation. Genetic Res. Crop Evol. 53:653-668

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.



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

Esquema de la disposición de los tratamientos en campo



No.	Código	Accesión	Categoría de color de fibra	Color de fibra	Long. fibra	Color de borra	Presencia de borra	Densidad de borra
1	ECGPRSMV-005	005	3	Marrón	16.4	4	1	3
2	ECGPRSMV-016	016	2	Beige	29.6	4	0	1
3	ECGPMV-027	027	2	Beige	31.2	1	0	1
4	ECGPMV-028	028	2	Beige	27.0	1	0	1
5	ECGPRSWR-036	036	2	Beige	26.8	1	0	1
6	ECGPRSMV-015	015	1	Blanco	29.4	4	0	1
7	ECGPRSWR-030	030	1	Blanco	28.2	1	0	1
8	ECGPRSWR-033	033	1	Blanco	29.6	1	0	1
9	ECGPRSMV-017	017	1	Extra blanco	23.0	4	1	3
10	ECGPRSMV-018	018	1	Extra blanco	29.4	4	1	5

Nro. de hileras/parcela: 4

Nro. de plantas/linea: 11

Distanciamiento: 1,2 m x 0,6 m

**Proyecto 4. Sostenibilidad de la producción del cultivo de la palma aceitera en Ecuador y su cadena productiva agroindustrial y su efecto en mejorar la calidad de los actores directos e indirectos del sector**

**Responsable**

Ph.D. Lenin Paz Carrasco, Fitopatología-Virología EELS

**Colaboradores**

Ph.D. Digner Ortega, Fitomejoramiento (INIAP-EESD)

Ph.D. Luis Peñaherrera, Fisiología-Malezas (INIAP-EELS)

Ph.D. Ernesto Cañarte, Entomólogo (INIAP-EEP)

Ing. Bernardo Navarrete, M.Sc, Entomólogo (INIAP-EEP)

Ing. Silvia Zambrano, M.Sc, Agronomía (INIAP-EESD)

Ing. Mercedes Navarrete, M.Sc, Fitopatología (INIAP-EESD)

Ing. Antonio Pinargote B., Entomología (INIAP-EEP)

Ing. Roberto Hernández, Agronomía (INIAP-EELS)

Ing. Silvana Defaz, Agronomía (INIAP-EESD)

Palmicultores de Palma Aceitera

Ph.D. Carolee Bull, Pennsylvania State University; Microbióloga - Bacterióloga

Ph.D. Laura Ramos-Sepúlveda, Millersville University, Microbióloga-Bacterióloga

**Financiamiento:**

40000 dólares, financiados por gasto corriente EELS y EEP

**ANTECEDENTES**

La pudrición del cogollo literalmente conocida como la PC de la palma aceitera, es una enfermedad que en Ecuador aún no ha sido identificado el o los agentes causales de aquel disturbio en la planta. Las investigaciones locales no han sido concluyentes pues sólo relatan la existencia de organismos como *Cephalosporium*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Pestalotia*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Erwinia* y especies de bacterias, virus y viroides hasta la posible transmisión por insectos vectores. Históricamente, Wardlaw (1946) hizo referencia de un síntoma de marchitamiento en la palma aceitera que había observado en la República Democrática del Congo (antes Congo Belga) y que la causa del daño lo atribuyó a *Fusarium* e incluso aislándola microbiológicamente de varias localidades productoras de palma. Este investigador también expone que hubo presencia de una exudación gomosa en los haces vasculares similar a la que induce *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense en banano. Así mismo, hizo hincapié en la necesidad de hacer las pruebas de patogenicidad pertinentes para demostrar la naturaleza patogénica de esta especie de hongo. Finalmente, Wardlaw se refirió a la no existencia de bacterias en aquellos haces vasculares. En otro caso, un síntoma descrito como pudrición del cogollo fue mencionado por Duff (1962), atribuyéndole el daño, a la bacteria *Erwinia* pero, para que esta infección sea efectiva por este organismo la planta deberá estar en condiciones fisiológicas adversas.

Posteriormente, en Colombia, Sarria et al. (2008); Martínez et al. (2010) y Torres et al. (2010) atribuyeron que la pudrición del cogollo es causada por *Phytophthora palmivora* volviendo ser mencionado por Torres et al. (2016) y Maizatul-Suriza et al. (2019). Cuando la pudrición del cogollo se manifiesta los insectos como *Rhynchophorus palmarum* son atraídos por este daño en la palma aceitera (Moreno et al., 2013); sin embargo, se desconoce epidemiológicamente si este coleóptero está involucrado en la diseminación de la enfermedad. La literatura también menciona a otros tipos de artrópodos que se asocian con

la pudrición del cogollo sobresaliendo especies de la familia Tettigonidae (Torres et al., 2008). Para poner de manifiesto la importancia de los artrópodos, en nuestro medio, la palma aceitera también es afectada por otra enfermedad conocida como la marchitez sorpresiva causada por una *Phytomona* (protozooario uniflagelado) de la familia Trypanosomatidae transmitido por *Lincus lethifer* Dolling (Thomas et al. 1979; Mariau, 1998). Por lo tanto, es imprescindible esclarecer la interacción de los artrópodos en el ciclo epidemiológico de la pudrición del cogollo.

La enfermedad de la pudrición del cogollo en la palma aceitera ha originado repercusiones negativas en lo social y económico. Hay un reporte de que 23 000 ha fueron afectadas con la enfermedad de las 280 000 has sembradas lo que representó una pérdida de inversión de aproximadamente 150 millones de dólares (ANCUPA, 2015). Al no tener el Ecuador establecido las causas que conllevan a la expresión de este disturbio patológico en el cultivo, cualquier medida de control pueda que no sea la acertada y más bien, dará origen a otras implicaciones desfavorables como en lo social, la salud, el ambiente, lo económico y otros motivos que pueden ser generados.

El cultivo de la palma aceitera ha ido ocupando durante años extensas áreas forestales de la región Amazónica y del trópico húmedo catalogadas de importancia para el buen vivir, la economía ambiental, la sostenibilidad del bioma y, la sostenibilidad de los recursos hídricos por citar al momento estas situaciones; caso contrario, nuevas extensiones de terreno no agrícola serán ocupadas con el cultivo de palma aceitera con el fin de evadir la afectación por la pudrición del cogollo. Estas nuevas áreas agrícolas que se generarán sin duda, afectarán nichos ecológicos, biológicos y ambiental con un impacto de favorecer más el agravante problema del cambio climático. Por lo indicado, para evitar la migración a nuevas áreas ecológicas, se promueve la siembra de híbridos interespecíficos para las áreas agrícolas-abandonadas por la pudrición del cogollo.

Esta investigación tiene el propósito de esclarecer la etiología de la pudrición del cogollo para poder mitigar con alternativas viables de control y manejo que ayudarán de manera sustancial a mantener circunscrita el área agrícola ya destinado para la producción de la palma aceitera en Ecuador.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Promover la sostenibilidad de la producción agroindustrial de la palma aceitera en Ecuador con la aplicación de estrategias que permitan mitigar problemas patológicos bióticos y abióticos relacionados con la pudrición del cogollo como una forma de mantener mejores condiciones productivas y del buen vivir.

### Objetivos específicos

Desarrollar una curva epidemiológica de la pudrición del cogollo para el sector agrícola de La Concordia y La Unión.

Realizar pruebas de patogenicidad con organismos candidatos patogénicos recuperados del microbioma de la pudrición del cogollo.

Determinar la comunidad de órdenes y familias de artrópodos asociados en plantas de palma aceitera en localidades productoras.



Identificar la flora de malezas asociadas al cultivo de palma aceitera y su relación con la entomofauna.

Realizar un análisis interpretativo de la química del suelo y la asimilación de elementos químicos del suelo de la palma aceitera en ambientes con pudrición del cogollo.

Realizar análisis genético de activación de elementos transponibles en genotipos de palma aceitera.

Identificar componentes volátiles expresadas en las flores u en otras estructuras botánicas de la palma aceitera.

## METODOLOGÍA

El protocolo *Identificación de causales bióticas patogénicas, factores abióticos y genéticos que incidan y se correlacionen en la manifestación de la enfermedad de la pudrición del cogollo en palma aceitera en Ecuador*, fue desarrollado por el personal del DNPV de las Estaciones Experimentales Litoral Sur, Portoviejo y Santo Domingo, mismo que fue aprobado según Acta de Revisión del Comité Técnico No. 034, de la Estación Experimental Litoral Sur, del 10 de junio de 2021. El DNPV-Entomología de la Estación Experimental Portoviejo, se encarga del cumplimiento del objetivo: *“Determinar la comunidad de órdenes y familias de artrópodos asociados en plantas de palma aceitera en localidades productoras”*.

### Actividad 1. Identificación de causales bióticas patogénicas, factores abióticos y genéticos que incidan y se correlacionen en la manifestación de la enfermedad de la pudrición del cogollo en palma aceitera en Ecuador

#### Ubicación

Las parcelas de las plantas de palma aceitera que servirán para obtener la curva epidemiológica de la pudrición del cogollo se encuentran detalladas en la siguiente tabla.

Provincia	Santo Domingo de Los Tsáchilas	Esmeraldas
Cantón	La Concordia	La Unión
Parroquia	La Concordia	El Silencio
Sitio	Finca Nueva 7 (FN-7)	Propiedad Sr. Rojas
Altitud	Zona 17 sur	Zona 17 norte / Altitud 247 msnm
Latitud UTM	682079	683884
Longitud UTM	9996761	14399

Los procesos agronómicos relacionados con el seguimiento de la enfermedad de la pudrición del cogollo, los muestreos, el registro de datos, el análisis de datos y aspectos administrativos como: la obtención de polen, semilla, plantas de palma aceitera, logística y otras actividades de este proyecto que se relata serán acompañados por el Programa de Palma de la Estación Experimental Santo Domingo.

Las actividades de caracterización general de los organismos que se asocian con la pudrición del cogollo y las pruebas de patogenicidad pertinentes, se procederán a realizarlas en el Laboratorio de Fitopatología de la Estación Experimental Litoral Sur y la discusión científica de las mismas con profesores investigadores de la Universidad de Millersville y de la Universidad del Estado de Pensilvania.

Las actividades de identificación de los órdenes taxonómicos de los artrópodos están siendo efectuada en el Laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo.

La identificación taxonómica de las malezas se realizará en el Laboratorio de Malezas de la Estación Experimental Litoral Sur.

El análisis físico y químico del suelo, análisis químico del tejido foliar y análisis químico del polen de la palma aceitera serán procesadas en el Laboratorio de Suelo y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina y/o Estación Experimental Litoral Sur. La interpretación, crítica y discusión de aquellos resultados serán realizadas por profesores investigadores de la Universidad de Millersville y de la Universidad del Estado de Pensilvania.

Los análisis genéticos e interpretaciones sobre los elementos transponibles en la palma aceitera serán investigados por académicos e investigadores de la Universidad de Millersville y de la Universidad del Estado de Pensilvania.

Los análisis de los componentes volátiles de las inflorescencias masculina y femenina serán con una institución especializada para este caso.

### Levantamiento de la información

**Desarrollo de una curva epidemiológica de la pudrición del cogollo:** En las localidades de La Concordia (provincia de Santo Domingo de Los Tsáchilas) y La Unión (provincia de Esmeraldas), se establecieron dos parcelas con 269 plantas y un testigo del genotipo *guineensis*. Cada unidad productiva está siendo evaluada de forma periódica para determinar la presencia de daño por la pudrición del cogollo (PC). Datos climatológicos como temperatura (°C), lluvia (mm) y porcentaje de humedad relativa (%HR) son registrados. Los datos servirán para determinar la incidencia de la enfermedad y la inferencia de ella por medio de modelos matemáticos de predicción epidemiológica (Campbell y Madden, 1990), cada una con 200 unidades productivas de palma aceitera de dos años de edad con los genotipos (Dura retrocruza híbrida) EETP x 81 PA, EETP x 107 P y EETP (Francl y Neher, 1997; Navia et al. 2014).

**Pruebas de patogenicidad con organismos candidatos patogénicos recuperados del microbioma de la pudrición del cogollo:** tejidos principalmente comprometidos por el daño de la pudrición del cogollo incluyendo al estipete y adicionalmente otras estructuras botánicas como la inflorescencia masculina y femenina, polen, semillas y tejido del sistema radicular de la planta de la palma aceitera, son sembrados en medios de cultivo sintéticos para el aislamiento indirecto de hongos y bacterias (Kado y Heskett, 1970; Flood et al. 1990; Agrios, 1997; Madmony et al. 2005; Ambika Marinajan et al. 2016; Dhingra y Sinclair, 2019). Los organismos serán después sometidos a un análisis para estudio de sus caracteres morfológicos, fisiológicos, bioquímicos, nutricionales y moleculares (Janse, 2005; Trigiano et al. 2008; Stielow et al., 2015; Thijs et al., 2017) Seguidamente, serán conservados de acuerdo a los procedimientos que describen Dhingra y Sinclair (2019). Para las pruebas de patogenicidad con bacterias y hongos se tendrá como orientación las sugerencias metodológicas indicadas por Dhingra y Sinclair (2019) y por Couto y Gonçalves (2007).

Respecto a los nematodos presentes en el sistema radicular y, en el suelo, se está procediendo con la extracción e identificación según lo que describen Thistlethwayte y Riedel (1969); Tihohod (1993); Tihohod (1997). Las especies identificadas de nemátodos permitirá conocer si estos tienen la capacidad biológica de interactuar en el ciclo epidemiológico de la pudrición del cogollo.

**Determinación de la comunidad de órdenes y familias de artrópodos en plantas de palma aceitera:** en las mismas localidades donde se hace seguimiento de la enfermedad de la pudrición del cogollo (Sitio Finca Nueva 7, La Concordia y Sitio El Silencio de la Unión), se están colocando aleatoriamente en dos unidades productivas de palma aceitera, trampas adhesivas para insectos con medidas de 24 cm de largo x 10 cm de ancho. Estas trampas son colgadas en el peciolo del tercio medio de la planta. Los cambios de las trampas adhesivas se realizan con una frecuencia semanal. Complementario a este trampeo, se procederá también a realizar con una red entomológica telescópica, la captura de insectos, para su respectiva cuantificación y clasificación taxonómica. Para este tipo de metodología de evaluación, se considerará cinco puntos aleatorios posicionales en zigzag donde cada punto de 1 m<sup>2</sup> será sometido con el barrido respectivo. Luego, los insectos serán depositados en fundas colectoras de plástico para el traslado al Laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo para continuar con las actividades técnicas indicadas. El registro de los datos climatológicos como temperatura, humedad relativa y precipitación serán considerados también para correlacionarlo con la fluctuación poblacional.

Las trampas amarillas pegantes, están siendo trasladadas hasta el laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo, donde se ha realizado hasta ahora el conteo y clasificación hasta el nivel de orden y familia de los especímenes capturados en dichas trampas. Para el efecto se está utilizando las claves taxonómicas de Borror et al. (1989) y Delvare et al. (2002), notas y, otros materiales académicos de entomología. Para efecto del análisis de la fauna se pondrá énfasis a todos los órdenes y familias de artrópodos en las dos zonas de evaluación monitoreadas. Estos datos entomológicos servirán para alimentar de información al software ANAFU desarrollado por la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo (Moraes et al., 2003). Este paquete bioinformático- entomológico determinará los índices respectivos de la diversidad según lo establecido por Magurran (1988); Grünwald et al. (2003) enfocados para varios estudios de tipo biológico y microbiológico. Adicionalmente, se evaluará el total de plantas de palma aceitera con antesis en la inflorescencia masculina y con inflorescencia femenina receptiva.

**Identificación de la flora de malezas asociadas al cultivo de palma aceitera y su relación con la entomofauna:** se evaluará la diversidad de la flora de malezas existente en las dos plantaciones de palma aceitera donde se encuentran ubicados los ensayos antes indicados con la posibilidad de evaluar plantaciones de otras localidades. Para efecto, con un cuadro de madera de 1 x 1 m se rodeará la superficie a ser evaluada *in situ* de la(s) especie(s) vegetal(es) presentes. De manera aleatoria se considerará puntos observacionales en zigzag. En estos mismos puntos observacionales se evaluará la presencia de los artrópodos que se manifiestan en ella. Esta misma metodología descrita servirá para evaluar en 15 plantaciones comerciales de palma aceitera con reportes de daño de la pudrición del cogollo. Para la identificación taxonómica de la(s) especie(s) de malezas se procederá a realizar el montaje en prensas de madera para su preservación y traslado al Laboratorio de Malezas que, con claves botánicas de malezas (Lorenzi, 2008; Castro Souza y Lorenzi, 2008) y, con el repositorio de información interna que posee el INIAP, se determinará la identidad de la especie.

**Análisis interpretativo de la química del suelo y la asimilación de elementos químicos del suelo de la palma aceitera en ambientes con pudrición del cogollo:** se van a considerar de manera parcial 15 plantaciones de palma aceitera con evidencia histórica de afectación con la pudrición del cogollo distribuidas en varias localidades. En aquellos ambientes se tomarán las muestras de suelo y de tejido foliar para el análisis de los elementos químicos respectivos incluyendo la determinación de elementos pesados. Los procedimientos para el muestreo de

los suelos y de los tejidos foliares se harán de acuerdo a las sugerencias e indicaciones explícitas en las guías informativas de Novoa (1980); Bejarano (1989); INIAP (2006); INIAP (2016) y por consideraciones dadas por Chapman y Gray (1949) y por Römheld (2012). Como complemento a esta información química, se hará por igual un análisis de la composición de elementos minerales en el polen siguiendo recomendaciones descritas por Clark y Lintas, 1992 y con el mismo objetivo de determinar la presencia de elementos pesados en la misma. El conocimiento de la existencia de elementos pesados dará indicios bioquímicos de existencia de acumulación del aminoácido prolina y que se analizará su expresión molecular (Alia, 1991).

**Análisis genético de activación de elementos transponibles en genotipos de palma aceitera:** en genotipos de palma aceitera de tipo experimental y los comerciales se procederá en cada uno de ellos con la extracción del ácido desoxirribonucleico (ADN) total utilizando el método descrito por Doyle y Doyle (1987) seguido con la preservación del ADN en tarjetas de FTA® y su crioconservación a -80°C. Para el análisis molecular de los elementos transponibles se tendrá como referencia los trabajos de investigación realizados por Castilho et al. (2000); Price et al. (2002); Kubis et al. (2003).

**Componentes volátiles expresadas en las flores u en otras estructuras botánicas de la palma aceitera:** con los genotipos sembrados y, en una condición de apariencia sana de la planta de la palma aceitera la inflorescencia masculina en estado de anthesis e inflorescencia femenina cuyas flores se encuentren en una condición receptiva serán utilizadas para la extracción de componentes volátiles (aceites volátiles) e igual, se hará con los extractos volátiles. Para la extracción de estos componentes volátiles se tomará como base los procedimientos químicos que lo detallan Lajis et al., 1985. Además, se pondrá énfasis en determinar la expresión del metabolito butanediol en plantas enfermas con la pudrición del cogollo teniendo como base el trabajo realizado por Effantin et al. 2011. Además, de la expresión del aminoácido prolina en el polen y, en la planta de la palma aceitera considerando los criterios técnicos de Pálfi et al. 1987 y, por la información compendiada por Hayat et al., 2012 sobre este aminoácido en las plantas en general y el rol, de los metales pesados que pueden estar promoviendo la acumulación de la prolina (Alia, 1991).

### Características del sitio experimental

#### Factores en estudio:

1. Comportamiento de la enfermedad de la pudrición del cogollo en el tiempo.
2. Organismo de naturaleza fungosa o bacteriana con virulencia para inducir trastornos fisiológicos en la palma aceitera.
3. Artrópodos con acción biológica activa que se interrelaciona con la enfermedad de la pudrición del cogollo.
4. Especie de maleza hospedera para un determinado organismo que se interrelaciona con la enfermedad de la pudrición del cogollo.
5. Química de los suelos que condicionan un disturbio en la funcionalidad normal de la planta de palma aceitera.
6. Elementos genéticos transponibles en el ADN genómico de la planta de la palma aceitera.

7. Componentes volátiles en flores u en otra estructura botánica de la palma aceitera.

**Unidad experimental**

La parcela de El Silencio se encuentra sembrada con el genotipo constituido por tres retrocruzamientos HibxDura x Pisifera a una distancia de 9 x 9 m en modalidad tres bolillos con separación de 7,8 m entre hileras. La parcela de Finca Nueva 7, sembrada con un genotipo derivado de cuatro retrocruzamientos con las mismas distancias indicadas. En las dos parcelas el genotipo testigo corresponde al material Tenera.

Las actividades que se relacionan con el monitoreo de los artrópodos para la identificación taxonómica, identificación de especies de malezas y de los componentes volátiles y metabolitos bioquímicos de la inflorescencia u otra parte de botánica de la planta de palma, utilizarán las mismas unidades experimentales que se destinan para el desarrollo de la curva epidemiológica de la pudrición del cogollo. Otras plantaciones de palma aceitera serán también consideradas para la evaluación de artrópodos y malezas.

Las otras actividades relacionadas con los objetivos específicos del proyecto serán cumplidas con los procedimientos y las metodologías predeterminadas para la obtención de los datos de las variables respectivas del caso.

**Tratamientos**

Debido a la naturaleza experimental de investigar causas que originan la expresión de la enfermedad de la pudrición del cogollo en la palma aceitera, no se tiene tratamiento alguno definido para los objetivos que se plantean en este proyecto de investigación.

**Diseño experimental**

Este proyecto no se tiene un diseño experimental definido. Para el estudio epidemiológico se establecerán parcelas en las dos localidades indicadas. Los datos que se generarán serán analizados por procedimientos matemáticos y estadísticos para hacer inferencia biométrica del comportamiento de la enfermedad en el tiempo en aquellos ambientes de producción de la palma aceitera. Para las pruebas de patogenicidad se utilizará unidades experimentales de tipo observacional con un determinado número de plantas para evaluar la presencia y ausencia de la enfermedad en condiciones de invernadero.

Respecto a los trabajos de análisis microbiológico de acuerdo a la naturaleza o tipo de prueba a ser utilizada se ajustará el respectivo arreglo experimental.

Las identificaciones que se relacionan con las malezas, artrópodos, componentes volátiles, metabolitos bioquímicos y elementos genéticos transponibles no tendrán ajustes biométricos para establecer en ellos un diseño experimental definido.

**Análisis estadístico**

Procedimientos matemáticos y estadísticos a ser utilizados en los objetivos propuestos en este proyecto de investigación científica:

**Curva epidemiológica de la pudrición del cogollo**

**AUDPC (Area Under the Disease Progress Curve) =**

*Donde:*

*n = número total de observaciones*

*yi = incidencia de la enfermedad sobre el total de plantas consideradas hasta la última evaluación*



$t_i$  = tiempo hasta la última evaluación de la enfermedad

### Test de las rachas para el carácter aleatorio

$$\mu_V = \frac{2N_1N_2 + 1}{N_1 + N_2}$$

$$\sigma^2 = \frac{2N_1N_2(2N_1N_2 - N_1 - N_2)}{(N_1 + N_2)^2 (N_1 + N_2 - 1)}$$

$$z = \frac{V - \mu_V}{\sigma_V}$$

$N$  = Secuencias posibles

$V$  = Número de rachas

$z$  = probabilidad asociada con  $z$  que es una variable que tiene una distribución normal "estandarizada" ( $\mu = 0, \sigma = 1$ )

### Pruebas de patogenicidad con organismos candidatos patogénicos recuperados del microbioma en plantaciones con pudrición del cogollo



Donde:

$X^2$  = Chi cuadrado

$n_{ij}$  = Observado

$E_{ij}$  = Esperado

### Órdenes y familias taxonómicas de artrópodos en plantas de palma aceitera Índice de la diversidad (D)

Índice de Simpson:  $D = \sum p_i^2$

$p_i$  = proporción de la especie  $i$  en la comunidad

La probabilidad que dos individuos seleccionados de manera aleatoria en una comunidad llegarán a pertenecer a la misma categoría.

Índice de diversidad de Simpson:  $D_s = 1 - D$

Donde:

$s$  = el número total de especies en la comunidad

La probabilidad que dos individuos seleccionados de manera aleatoria en una comunidad pertenezcan a categoría diferentes.

Recíproco del índice de Simpson:  $1/D$

El número de categorías igualmente comunes que resultará en el índice de Simpson observado.

Índice de Shannon (H'):  $H' = - \sum p_i \cdot \ln(p_i)$

$P_i$  = proporción de la especie  $i$  en la comunidad

Índice de Stoddart & Taylor (G):  $G = 1/\sum p_i^2$

$G$  = diversidad genotípica de la población

$P_i$  = frecuencia de genotipos en la población

## Flora de malezas asociadas al cultivo de palma aceitera y su relación con la entomofauna

### Parámetros biométicos

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número de Individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Número de individuos de la especie "objetivo"}}{\text{Número de individuos de todas las especies}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por especie}}{\text{Dominancia todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Unidades de muestreo en que esta la especie}}{\text{Número total unidades de muestreo}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia por especie}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

Adicional a esta información se procederá también a considerar los índices de la diversidad similar a lo indicado anteriormente.

### Interpretación del análisis químico del suelo, foliar y polen de la palma aceitera en ambientes con pudrición del cogollo

Se utilizará procedimientos matemáticos para la determinación de la Concentración de Deficiencia Crítica (DC) de elementos y proporción entre elementos. Los elementos pesados como el cadmio (Cd), Cobre (Cu), plomo (Pb), níquel (Ni), zinc (Zn) y otros serán analizados su rol en favorecer la acumulación de prolina en la planta incluyendo al polen. Este último su expresión bioquímica será interpretada por procedimiento colorimétrico basado en tinción y por cuantificación de la misma según las indicaciones dada por Bates (1973).

### Análisis de los elementos transponibles en genotipos de palma aceitera

Se considerará criterio de que las plantas de palma aceitera se encuentran con una respuesta fisiológica de estrés abiótico que incita la movilidad de elementos transponibles. Se utilizará

como base de estudio al ácido ribonucleico mensajero (ARNm) aislado de plantas estresadas con pudrición del cogollo y de ambientes donde se ha determinado la presencia de elementos pesados en el suelo. Las plantas testigos con apariencia sana serán tomadas de ambientes donde se observe un manejo agronómico armónico de la plantación de la plantación de palma aceitera. Después, se procederá a realizar de este intermediario molecular la síntesis del ácido desoxiribonucleico complementario (ADNc); seguidamente, se realizará una reacción en cadena de la polimerasa que reconozca dominios conservados de  *copia-like reverse transcriptase* (RT), luego pasará por medio de una sonda, a una biblioteca genómica para identificar estrés inducido por retrotransposones. Para este estudio genético se tendrá como base las investigaciones realizadas por Finnegan (1989), Grandbastien et al. (1989), Pouteau et al. (1991) y Wessler (1996).

### Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

Respecto al primer objetivo las parcelas donde se está dando seguimiento de la enfermedad de la pudrición del cogollo reciben los cuidados agronómicos necesarios para mantener la sostenibilidad de las plantas de la palma aceitera.

Los trabajos de investigación que se relacionan en condiciones de Laboratorio tiene como guía de procedimientos lo manifestado por Vandamme et al. (1996); Perry y Moens (2006); McDonnell (2007); Chosewood y Wilson (2009); USDA (2013); Alberts et al. (2015); Boonham et al. (2016). No se descarta emplear otras recomendaciones científicas escritas o comunicaciones personales para el cumplimiento de los objetivos de este proyecto de investigación y poder llegar a conclusiones definitivas sobre las causas que induce la presencia de la enfermedad de la pudrición del cogollo en la palma aceitera en Ecuador.

## RESULTADOS

Para el informe de resultados 2021 de este proyecto colaborativo del DNPV-Entomología-EEP, con el DNPV-Fitopatología de la EELS, se presenta un avance de resultados preliminares de la identificación de órdenes y familias asociadas a dos plantaciones de palma aceitera con evidencia de la enfermedad conocida como “pudrición del cogollo” (PC), ubicadas en las localidades de El Silencio (La Concordia, Esmeraldas) y Finca Nueva 7 (La Unión, Santo Domingo de los Tsáchilas). Las trampas amarillas pegantes, han sido colocadas semanalmente en las dos plantaciones de palma aceitera, desde el 09 de febrero de 2021 y se continuará hasta marzo de 2022. Hasta el cierre de este informe, se evaluaron las trampas colocadas hasta el 23 de noviembre del presente, habiéndose revisado un total de 246 trampas por cada localidad.

De las 492 trampas revisadas hasta el momento, se ha contabilizado 50.075 especímenes de artrópodos, perteneciendo el 62% al grupo funcional de plagas y 38% al grupo funcional benéficos. En referencia a la abundancia de artrópodos entre las plantaciones, no se observa mayor diferencia (**Tabla 62**).

**Tabla 62.** Valores totales del número de especímenes de artrópodos plaga y benéficos capturados en trampas amarillas en dos fincas de palma aceitera afectadas con “pudrición letal”. Finca Nueva 7-Santo Domingo de los Tsáchilas y El Silencio-Esmeraldas y 2021.

Hábito	Localidades		Total
	Finca Nueva-7	El Silencio	
Artrópodos-plaga	13801	17414	31215
Artrópodos-benéficos	9798	9062	18860



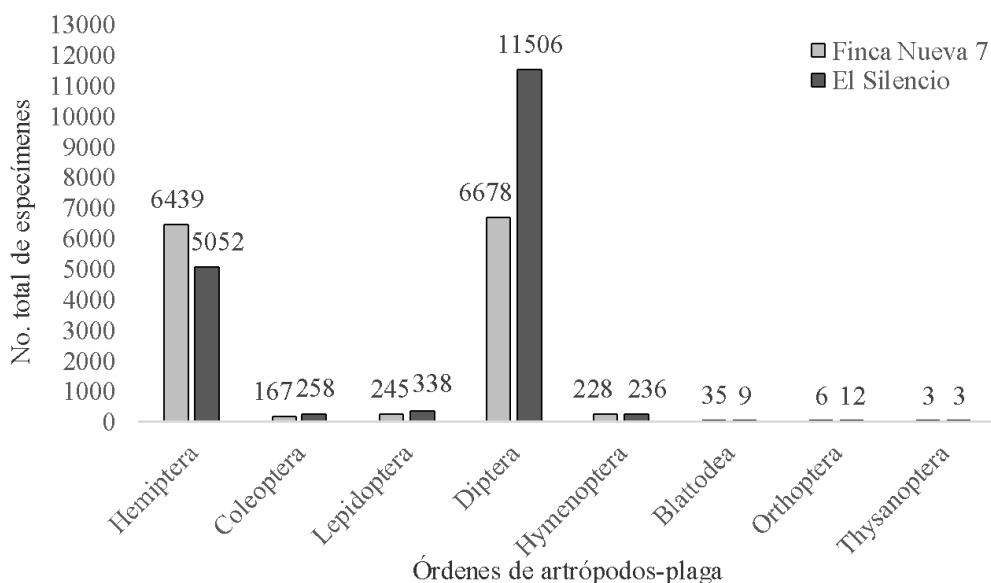
<b>Total</b>	<b>23599</b>	<b>26476</b>	<b>50075</b>
--------------	--------------	--------------	--------------

De un total de 58 familias de artrópodos (plaga y benéficos), identificadas hasta el presente, 52 de ellas, se reportan en la localidad de Finca Nueva-7 y 56 en El Silencio. En la **Tabla 63**, se observan la diversidad de órdenes y familias identificadas de artrópodos plaga presentes en las dos localidades. En la plantación de Finca Nueva-7 se registraron 24 familias, mientras que, en El Silencio 28 familias. Se destaca por su abundancia la familia Cicadellidae que reportó hasta 6219 y 4573 especímenes contabilizados en las localidades de Finca Nueva-7 y El Silencio, respectivamente.

**Tabla 63.** Órdenes y familias de artrópodos plaga asociados a plantas de palma aceitera afectadas con “podrición letal” capturados en trampas amarillas pegantes en dos fincas. Finca Nueva 7-Santo Domingo de los Tsáchilas y El Silencio-Esmeraldas y 2021.

No.	Orden	Familia	Localidades	
			FN-7	El Silencio
1	Hemiptera	Cicadellidae	6219	4573
2	Hemiptera	Aphididae	137	355
3	Hemiptera	Derbidae	10	12
4	Hemiptera	Dictyopharidae	9	13
5	Hemiptera	Membracidae	34	46
6	Hemiptera	Flatidae	5	13
7	Hemiptera	Cercopidae	1	2
8	Hemiptera	Miridae	8	8
9	Hemiptera	Coreidae	0	2
10	Hemiptera	Pentatomidae	1	7
11	Hemiptera	Cydnidae	9	19
12	Hemiptera	Tingidae	6	2
13	Coleoptera	Elateridae	61	56
14	Coleoptera	Tenebrionidae: <i>Tribolium</i> sp.	7	9
15	Coleoptera	Curculionidae: Scolytinae	11	9
16	Coleoptera	Scarabaeidae	2	4
17	Coleoptera	Chrysomelidae	44	126
18	Coleoptera	Chrysomelidae: <i>Imatidium</i> sp.	1	0
19	Coleoptera	Cerambycidae	0	1
20	Coleoptera	Buprestidae	0	2
21	Coleoptera	Bostrichidae	0	1
22	Coleoptera	Otros coleopteros	41	50
23	Lepidoptera	Nymphalidae	39	32
24	Lepidoptera	Noctuidae	0	22
25	Lepidoptera	Microlepidopteros	202	246
26	Lepidoptera	Otros lepidopteros	4	38
27	Diptera	Calliphoridae	0	3
28	Diptera	Tabanidae	1	4
29	Diptera	Otros dipteros	6677	11499
30	Hymenoptera	Formicidae	223	217
31	Hymenoptera	Formicidae: <i>Crematogaster</i> sp.	5	19
32	Blattodea	Blattellidae	34	9
33	Blattodea-Isoptera	Termitidae	1	0
34	Orthoptera	Tettigoniidae	6	12
35	Thysanoptera	Thripidae	3	3
<b>SUBTOTAL</b>			<b>13801</b>	<b>17414</b>
<b>TOTAL</b>			<b>31215</b>	

Se identificaron a los siguientes ocho órdenes de artrópodos plaga (Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Blattodea, Orthoptera y Thysanoptera), en las dos plantaciones en estudio; siendo los órdenes más abundantes Diptera con 18.184 especímenes e Hymenoptera con 11.491 especímenes, en ambas localidades (**Figura 61**).



**Figura 61.** Número total de especímenes de órdenes de artrópodos-plaga contabilizados en trampas amarillas pegantes, colocadas en dos plantaciones de palma aceitera afectadas con “podrición letal” Finca Nueva 7-Santo Domingo de los Tsáchilas y El Silencio-Esmeraldas y 2021.

En la **Tabla 64**, se aprecia la diversidad de órdenes y familias identificadas de artrópodos benéficos presentes en las dos localidades. En ambas localidades Finca Nueva-7 y El Silencio), se reportaron 28 familias, destacándose por su abundancia, las familias Coccinellidae, Psychodidae, Dolichopodidae, Ceratopogonidae, Braconidae, Chalcididae, Tachinidae y Tipulidae.

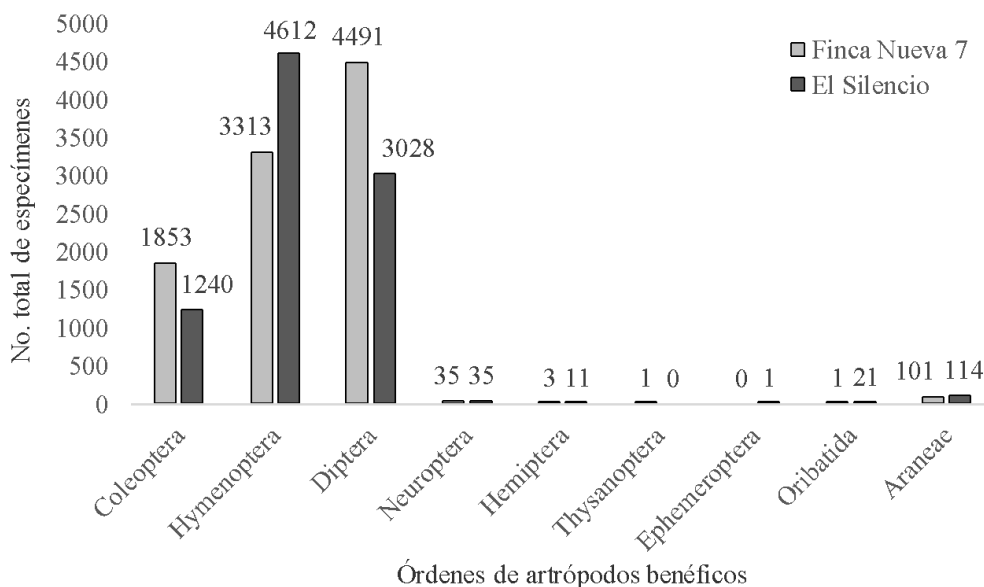
**Tabla 64.** Órdenes y familias de artrópodos benéficos asociados a plantas de palma aceitera afectadas con “podrición letal” capturados en trampas amarillas pegantes en dos fincas. Finca Nueva 7-Santo Domingo de los Tsáchilas y El Silencio-Esmeraldas y 2021.

No.	Orden	Familia	Localidades	
			FN-7	El Silencio
1	Coleoptera	Curculionidae-polinizadores	295	83
2	Coleoptera	Coccinellidae	1403	934
3	Coleoptera	Staphylinidae	32	48
4	Coleoptera	Histeridae	0	3
5	Coleoptera	Cicindelidae	1	0
6	Coleoptera	Carabidae	4	13
7	Coleoptera	Lycidae	68	81
8	Coleoptera	Cantharidae	25	56
9	Coleoptera	Tenebrionidae	11	15
10	Coleoptera	Meloidae	14	7
11	Hymenoptera	Vespidae	140	168
12	Hymenoptera	Braconidae	543	464



13	Hymenoptera	Chalcididae	316	657
14	Hymenoptera	Ichneumonidae	30	66
15	Hymenoptera	Halictidae	18	63
16	Hymenoptera	Eucharitidae	18	87
17	Hymenoptera	Apidae	16	23
18	Hymenoptera	Otros himenopteros	2232	3084
19	Diptera	Dolichopodidae	439	739
20	Diptera	Tachinidae	335	658
21	Diptera	Ceratopogonidae	597	627
22	Diptera	Syrphidae	23	70
23	Diptera	Micropezidae	134	202
24	Diptera	Tipulidae	699	245
25	Diptera	Psychodidae	2254	356
26	Diptera	Stratiomyidae	10	131
27	Neuroptera	Chrysopidae	13	27
28	Neuroptera	Hemerobiidae	22	8
29	Hemiptera	Reduviidae	0	1
30	Hemiptera	Anthocoridae: Orius sp.	3	10
31	Thysanoptera	Phlaeotripidae	1	0
32	Ephemeroptera	Ephemeroptera	0	1
33	Oribatida	Oribatida	1	21
34	Araneae	Araneae	101	114
<b>SUBTOTAL</b>			<b>9798</b>	<b>9062</b>
<b>TOTAL</b>			<b>18860</b>	

Fueron identificados los siguientes nueve órdenes de artrópodos benéficos (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Neuroptera, Thysanoptera, Ephemeroptera, Oribatidae y Araneaa), en las dos plantaciones en estudio; siendo los órdenes más abundantes Hymenoptera, Diptera y Coleoptera, con 7925, 7519 y 3093 respectivamente, en ambas localidades (**Figura 62**).



**Figura 62.** Número total de especímenes de órdenes de artrópodos-benéficos contabilizados en trampas amarillas pegantes, colocadas en dos plantaciones de palma aceitera afectadas con “podrición letal”. Finca Nueva 7-Santo Domingo de los Tsáchilas y El Silencio-Esmeraldas y 2021.

En la **Tabla 65**, se observa la riqueza de órdenes de artrópodos plaga y benéficos reportados en las dos localidades en estudio. Con relación a los artrópodos plaga, se determinó que, Hemiptera es el orden más diverso con 11 y 12 familias identificadas; seguido del orden Coleoptera con seis y ocho familias, en la Finca Nueva 7 y El Silencio, respectivamente. Con relación a los artrópodos benéficos, se destacaron por su riqueza los órdenes Coleoptera, Diptera e Hymenoptera, al presentar nueve, ocho y siete familias en cada localidad evaluada.

**Tabla 65.** Riqueza de órdenes y familias de artrópodos plaga y benéficos capturados en trampas amarillas pegantes en dos fincas de palma aceitera afectadas con “pudrición letal”. El Silencio-Esmeraldas y Finca Nueva 7-Santo Domingo de los Tsáchilas. 2021.

Orden	Familias identificadas			
	Artrópodos-plaga		Artrópodos-benéficos	
	Finca Nueva-7	El Silencio	Finca Nueva-7	El Silencio
Hemiptera	11	12	1	2
Coleoptera	6	8	9	9
Lepidoptera	1	2	0	0
Diptera	1	2	8	8
Hymenoptera	1	1	7	7
Blattodea	2	1	0	0
Orthoptera	1	1	0	0
Thysanoptera	1	1	1	0
Neuroptera	0	0	2	2
Ephemeroptera	0	0	0	1
Oribatida	0	0	1	1
Aranea	0	0	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>

## CONCLUSIÓN

No obstante, la investigación continuará durante el 2022, preliminarmente se puede concluir que dentro de los órdenes de artrópodos plaga, los Diptera y Hemiptera son los que presentan mayor riqueza y abundancia de familias. Mientras que entre los benéficos sobresalen los órdenes Coleoptera, Diptera e Hymenoptera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrios, G. (1997). Plant Pathology. 4 Ed. Academic Press. p. 255-258.

Alberts, B.; Johnson, A.; Lewis, J.; Morgan, D.; Raff, M.; Roberts, K.; Walter, P. (2015). Molecular Biology of The Cell. 6 Ed. Garland Science, Taylor & Francis Group. 1342 p.

Alia, P. Pardha Saradhi. (1991). Proline accumulation under heavy metal stress. *Journal of Plant Physiology* 138(5):554-558

Ambika Manirajan, B.; Ratering, S.; Rusch, V.; Schwiertz, A.; Geissier-Plaum, R.; Cardinale, M.; Schnell, S. (2016). Bacterial microbiota associated with flower pollen is influenced by pollination type, and shows a high degree of diversity and species-specificity. *Environmental Microbiology* 18(12):5161-5174

Asociación Nacional de Cultivadores en Palma Aceitera-ANCUPA Informativo 2015.

Bejarano, W. (1989). Cómo tomar muestras de suelo para su análisis químico. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina. Plegable No. 104

Bates, L.S. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil* 39(1):205-207

Boonham, N.; Tomlinson, J. y Mumford R. (2016). *Molecular methods in plant disease diagnostics*. CABI. 200 p.

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

Campbell, C.L. y Madden, L.V. (1990). *Introduction to plant disease epidemiology*. John Wiley y Sons. 532 p.

Castro Souza, V. y Lorenzi, H. (2008). *Botânica sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II*. 2 Ed. Instituto Plantarum de estudos da Flora Ltda. 703 p.

Castilho, A.; Vershinin, A. y Heslop-Harrison, J.S. (2000). Repetitive DNA and the chromosomes in the genome of oil palm (*Elaeis guineensis*). *Annals of Botany* 85:837- 844

Chapman, G.W. y Gray, H.M. (1949). Leaf analysis and the nutrition of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Annals of Botany* 13(4):415-433

Chosewood, L.C. y Wilson, D.E. (2009). *Biosafety in microbiological and biomedical laboratories*. 5 ed. U.S. Department of Health and Human Services; Public Health Service; Centers for Disease Control and Prevention; National Institutes of Health. 415 p.

Clark, C.J. y Lintas, C. (1992). Chemical composition of pollen from kiwifruit vines. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 20:337-344

Couto, A.; Gonçalves, R. (2007). *Métodos em Fitopatologia*. Editora UFV. 382 p.

Delvare, G.; Aberlec, H.P.; Michel, B. y Figueroa, A. (2002). *Los insectos de África y de América Tropical. Claves para la identificación de las principales familias*. CIRAD, Montpellier, Francia. 259 p.

Dhingra, O.D. y Sinclair, J.B. (2019). *Basic Plant Pathology Methods*. 2 Ed. CRC Press, Taylor & Francis Group. 434 p.

Doyle, J.J. y Doyle, J.L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* 19(1):11-15

Duff, A.D.S. (1962). Bud rot of the oil palm. *Nature* 195:918-919

Effantin, G.; Rivasseau, C.; Gromova, M.; Bligny, R. y Hugouvieux-Cotte-Pattat, N. (2011). Massive production of butanediol during plant infection by phytopathogenic bacteria of the genera *Dickeya* and *Pectobacterium*. *Molecular Microbiology* 82(4):988-997

Flood, J.; Mepsted, R. y Cooper, R.M. (1990). Contamination of oil palm pollen and sedes by *Fusarium* spp. *Mycological Research* 94(5):708-709.

Finnegan, D.J. (1989). Eukaryotic transposable elements and genoma evolution. *Trends in Genetics* 5:103-107.

Francl, L.J. y Neher, D. (1997). *Exercises in plant disease epidemiology*. APS Press. 233 p.

Grandbastien, M.A; Spielmann, A. y Caboche, M. (1989). Tnt1, a mobile retroviral-like transposable element of tobacco isolated by cell genetics. *Nature* 337:376-380.

Grünwald, N.J.; Goodwin, S.B.; Milgroom, M.G. y Fry, W.E. (2003). Analysis of genotypic diversity data for populations of microorganisms. *Phytopathology* 93(6):738-746.

Hayat, S.; Hayat, Q.; Nasser Alyemeni, M.; Shafi Wani, A.; Pichtel, J. y Ahmad, A. (2012). Role of proline under changing environments. A review. *Plant Signaling & Behavior* 7(11):1456-1466.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. (2006). Estación Experimental del Litoral Sur. Muestreo de suelos para análisis químico con fines agrícolas. Plegable No. 272.

INIAP (2016). Estación Experimental Tropical Pichilingue. Muestreo de suelos. Plegable No. 431.

Janse, J.D. (2005). *Phytobacteriology principles and practice*. CABI Publishing. 360 p.

Kado, C.I. y Heskett, M.G. (1970). Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, and *Xanthomonas*. *Phytopathology* 60:969-976

Kim, B.H. y Gadd, G.M. 2008. *Bacterial Physiology and Metabolism*. Cambridge University Press. 529 p.

Kubis, S.E.; Castilho, A.M.M.F.; Vershinin, A.V. y Heslop-Harrison, J.S. (Pat). (2003). Retroelements, transposons and methylation status in the genome of oil palm (*Elaeis guineensis*) and the relationship to somaclonal variation. *Plant Molecular Biology* 52:69-79

Lajis, N.H.; Hussein, M.Y. y Toia, R.F. (1985). Extraction and identification of the compound present in *Elaeis guineensis* flower volatiles. *Pertanika* 8(1):105-108.

Lorenzi, H. (2008). *Plantas daninhas de Brasil terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. 4 Ed. Instituto Planarum de Estudos da Flora Ltda. Nova Odessa – São Paulo. 640 p.

Madmony, A.; Chernin, L.; Pleban, S.; Peleg, E. y Riov, J. (2005). *Enterobacter cloacae*, an obligatory endophyte of pollen grains of mediterranean pines. *Folia Microbiologica* 50(3):209-216.

Magurran, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. 179 p.

Maizatul-Suriza, M.; Dickinson, M. y Idris, A.S. (2019). Molecular characterization of *Phytophthora palmivora* responsable for bud rot disease of oil palm in Colombia. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 35:44.

Martínez, G.; Sarria, G.A.; Torres, G.A. y Varón, F. (2010). *Phytophthora palmivora* es el agente causal de la pudrición del cogollo de la palma de aceite. *Palmas* 31:334-344.

Mariau, D. (1998). Hemiptera (Insecta) on oil palm and coconut. *Insect Science and Its Application* 18(4):269-277.

McDonnell, G.E. (2007). Antisepsis, disinfection, and sterilization. Types, action, and resistance. ASM Press. 361 p.

Moraes, R.C.B.; Haddad, M.L.; Silveira Neto, S. y Reyes, A.E.L. (2003). Software para análise faunística. En: 8vo Simpósio de controle biológico, S. Pedro, SP. *Anais do 8o Siconbiol* 1(1):195.

Moreno-Chacón, A.L.; Camperos-Reyes, J.E.; Ávila, R.A. y Romero, H.M. (2013). Biochemical and physiological responses of oil palm to bud rot caused by *Phytophthora palmivora*. *Plant Physiology and Biochemistry* 70:246-251.

Navia, E.A.; Ávila, R.A.; Daza, E.E.; Restrepo, E.F. y Romero, H.M. (2014). Assessment of tolerance to bud rot in oil palm under field conditions. *European Journal Plant Pathology* 140(4):711-720.

Novoa, V. (1980). Cómo tomar muestras foliares de palma africana para su análisis químico. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santo Domingo. Boletín Divulgativo No. 118. 8 p.

Pálfi, G.; Gulyás, S. y Szöllősi, I. 1987. Concentration of proline in pollens: a new taxonomical index. *Acta Biologica Szegediensis* 33:25-34.

Perry, RN; Moens, M. 2006. Plant Nematology. CABI. 447 p.

Price, Z.; Dumortier, F.; MacDonald, D.W. y Mayes, S. (2002). Characterisation of copia-like retrotransposons in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Theoretical and Applied Genetics* 104:860-867.

Pouteau, S.; Huttner, E.; Grandbastien, M.A. y Caboche, M. (1991). Specific expresión of tobacco Tnt1 retrotransposon in protoplasts. *The EMBO Journal* 10(7):1911-1918.

Römheld, V. (2012). Diagnosis of deficiency and toxicity of nutrients. En: Marschner's mineral nutrition of higher plants. 3 Ed. p. 299-312.

Sarria, G.A.; Torres, G.A.; Aya, H.A.; Ariza, J.G.; Rodríguez, J.; Vélez, D.C.; Varón, F. y Martínez, G. (2008). *Phytophthora* sp. es el responsable de las lesiones iniciales de la pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite en Colombia. *Palmas* 29(3):31-41.

Stielow, J.N.; Lévesque, C.A.; Seifert, K.A.; Meyer, W.; Irinyi, L.; Smits, D.; Renfurm, R.; Verkley, G.J.M.; Groenewald, M.; Chaduli, D.; Lomascolo, A.; Welti, S.; Lesage-Meessen, L.; Favel, A.; Al-Hatmi, A.M.S.; Damm, U.; Yilmaz, N.; Houbraken, J.; Lombard, L.; Quaedvlieg, W.; Binder,

M.; Vaas, LA.I; Vu, D.; Yurkov, A.; Begerow, D.; Roehl, O.; Guerreiro, M.; Fonseca, A.; Samerpitak, K.; van Diepeningen, A.D.; Dolatabadi, S.; Moreno, L.F.; Casaregola, S.; Mallet, S.; Jackes, N.; Roscini, L.; Egidi, E.; Bizet, C.; García-Hermoso, D.; Martín, M.P.; Deng, S.; Groenewald, J.Z.; Boekhout, T.; de Beer, Z.W.; Barnes, I.; Duong, T.A.; Wingfield, M.J.; de Hoog, G.S.; Crous, P.W.; Lewis, C.T.; Hambleton, S.; Moussa, T.A.A.; Al-Zahrani, H.S.; Almaghrabi, O.A.; Louis-Seize, G.; Assabgui, R.; McCormick, W.; Omer, G.; Dukik, H.; Cardinali, G.; Eberhardt, U.; de Vries, M.; Robert, V. (2015). One fungus, which genes? Development and assessment of universal primers for potential secondary fungal DNA barcodes. *Persoonia* 35:242-263.

Thistlethwayte, B. y Riedel, R.M. (1969). Expressing sucrose concentration in solutions used for extracting nematodes. *The Journal of Nematology* 1(4):387-388.

Tihohod, D. (1993). Nematologia agrícola aplicada. Funep, unesp. *Brasil*. p. 29-44.

Tihohod, D. (1997). Guia práctico para a identificação de fitonematóides. FAPESP, Funep, unesp. *Brasil*. 246 p.

Thijs, S.; de Beeck, O.P.; Beckers, B.; Truyens, S.; Stevens, V.; Van Hamme, J.D.; Weyens, N. y Vangronsveld, J. (2017). Comparative evaluation of four bacteria-specific primer pairs for 16S rRNA gene surveys. *Frontiers in Microbiology* 8:494.

Thomas, D.L.; McCoy, R.E.; Norris, R.C. y Espinoza, A.S. (1979). Electron microscopy of flagellated protozoa associated with marchitez sorpresiva disease of african oil palm in Ecuador. *Phytopathology* 69(3):222-226.

Torres, G.A.; Sarria, G.A.; Varón, F. y Martínez, G. (2008). Evidencias circunstanciales de la asociación de especies de la familia Tettigoniidae con el desarrollo de lesiones iniciales de la pudrición del cogollo de la palma de aceite. *Palmas* 29:53-61.

Torres, G.A.; Sarria, G.A.; Varón, F.; Coffey, M.D.; Elliott, M.L. y Martínez, G. (2010). First report of bud rot caused by *Phytophthora palmivora* on african oil palm in Colombia. *Plant Disease* 94(9):1163.

Torres, G.A.; Sarria, G.A., Martínez, G.; Varón, F.; Drenth, A. y Guest, D.J. (2016). Bud rot caused by *Phytophthora palmivora*: A destructive emerging disease of oil palm. *Phytopathology* 106(4):320-329.

Trigiano, R.N.; Windham, M.T. y Windham, A.S. (2008). *Plant Pathology Concepts and Laboratory Exercises*. 2 Ed. CRC Press. 558 p.

United States Department of Agriculture (USDA); Food Safety and Inspection Service; Office of Public Health Science. (2013). *Laboratory Guidebook, Notice of Change. Media and reagents*.

Vandamme, P.; Pot, B.; Gillis, M.; de Vos, P.; Kersters, K. y Swings, J. (1996). Polyphasic taxonomy, a consensus approach to bacterial systematics. *Microbiological Reviews* 60(2):407-438.

Wardlaw, C.W. (1946). A wilt disease of the oil palm. *Nature* 158:56





Wessler, S.R. (1996). Plant retrotransposons: Turne don by stress. *Current Biology* 6(8):959-961.

**Proyecto 5. Agroecología e innovación en la cadena de valor de papa y camote en la frontera Norte de Ecuador, financiado por el AECID**

**Actividad 1. Evaluación de la presencia de artrópodos herbívoros y benéficos (depredadores y parasitoides) en 18 materiales de camote en Sucumbíos y 17 en Esmeraldas, Ecuador**

**Responsable**

Ing. Gloria Cobeña R. (Programa de Yuca y Camote, INIAP-EEP).

**Colaboradores**

Ph.D. Ernesto Cañarte B. (Entomología, INIAP-EEP)

Ing. Alma Mendoza (Fitopatología, INIAP-EEP)

Ing. Nancy Panchi (CIP)

Técnicos del MAG-Esmeraldas

Investigadores del INIAP-EECA.

**ANTECEDENTES**

El cultivo de camote *Ipomoea batatas* L, como cualquier especie cultivada, presenta una diversidad de artrópodos plaga y benéficos. La intensidad de las poblaciones de estas plagas,

estará en función de aspectos como el manejo agro técnico del cultivo, uso de plaguicidas y las condiciones ambientales, propias de cada zona (Cobeña et al., 2017). Otro aspecto importante para su establecimiento, es el grado de adaptabilidad de las variedades a los diferentes ambientes donde se pretenda introducir este cultivo.

En el marco del proyecto Agroecología e innovación en la cadena de valor de papa y camote en la frontera Norte de Ecuador, financiado por el AECID, se están probando en varias comunidades de la provincia de Esmeraldas, 17 materiales de camote, cuyo comportamiento agronómico y fitosanitario se desconoce en estas zonas. En este contexto, es necesario evaluar la presencia de la diversidad de artrópodos plaga y benéficos que se presenten asociados a estos materiales, su infestación, y así poder establecer su posible impacto sobre la producción de estos materiales. Así mismo, determinar el posible rol que ejercen los organismos benéficos, como aporte a la regulación natural de estas plagas.

## OBJETIVOS

### Objetivos específicos

Identificar la presencia de artrópodos plaga y benéficos asociados a 17 materiales de camote establecidos en cuatro comunidades de las provincias de Sucumbíos y Esmeraldas.

Realizar hasta el final del estudio un análisis faunístico de los grupos funcionales de artrópodos asociados al cultivo de camote en cuatro comunidades de las provincias de Sucumbíos y Esmeraldas.

Capacitar a productores y técnicos sobre la problemática entomológica del cultivo de camote.

## METODOLOGÍA

### Ubicación

**Enero 25 al 29 de 2021:** cuatro comunidades de la provincia de Sucumbíos (comunidades Fuerzas Unidas de la Parroquia Tarapoa, cantón Cuyabeno; Abdón Calderón, de la parroquia Sevilla, cantón Cascales; Yanayacu, parroquia El Eno, cantón Lago Agrio y Itaya, parroquia Limoncocha, cantón Shushufindi. Esta comisión se cumplió.

**Julio 26 al 30 de 2021:** cuatro comunidades de la provincia de Esmeraldas (comunidades Tambillo de la Parroquia Cube, cantón Quinindé; Bocana de Guayllabamba, de la parroquia Malimpia, cantón Quinindé; Abdón Calderón, parroquia Tonchigue, cantón Atacames y parroquia San Mateo, cantón Esmeraldas.

### Levantamiento de la información

Para el levantamiento de la información, se utilizó la técnica de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), para lo cual se escogieron cinco puntos de observación en cada una de las unidades experimentales (54 en Sucumbíos) y (51 en Esmeraldas), donde se registró el número de especímenes por punto de observación de cada uno de los artrópodos plaga y benéficos considerados. Para el efecto se construyó una planilla de campo.

## RESULTADOS

La amplia información generada durante la evaluación de los artrópodos herbívoros y benéficos, en las provincias de Sucumbíos y Esmeraldas, está siendo procesada para su

posterior análisis faunístico (Silveira et al., 1976; Lofego y Moraes, 2006; Cruz et al., 2012). En tales circunstancias, para el cierre de este informe 2021, apenas se presenta un avance de los resultados preliminares alcanzados en estas dos provincias, donde se pretende introducir este rubro de seguridad alimentaria.

### Provincia de Sucumbíos

Se puede mencionar que, de manera general, a aproximadamente los 100 días de edad del cultivo, cuando se hizo esta evaluación, fueron observados una diversidad de artrópodos herbívoros y enemigos naturales, asociados a los 18 materiales de camote. Se mencionan fitófagos masticadores, alimentándose del follaje, entre ellos, un complejo de adultos del orden Coleoptera de la familia Chrysomelidae, larvas de Lepidoptera de la familia Noctuidae, Hesperidae, Nymphalidae y Orthoptera de las familias Acrididae y Tettigonidae. Cabe mencionar que, destacan por sus altas poblaciones, una diversidad de estos ortópteros defoliadores, que, se presentan en las cuatro comunidades, en altas poblaciones. No obstante, dado lo avanzado del cultivo, es posible que el consumo de follaje provocado por estos insectos, no repercuta significativamente en los materiales de camote. Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae), del género *Atta* spp. también se presentan de manera regular en los materiales de camote en las cuatro comunidades.

Se destaca también, un significativo complejo de insectos fitófagos de hábito chupador, sobresaliendo, aquellos Hemiptera de la familia Cicadellidae, que se presentaron en altas poblaciones en las cuatro comunidades evaluadas. Este tipo de herbívoros es de cuidado cuando se presentan en etapas tempranas del cultivo. Sin embargo, a la edad de 100 días, cuando los materiales están en fase de engrosamiento de raíces tuberosas, muy posiblemente su impacto sea menor. No obstante, es importante evaluarlos y hacerles el respectivo seguimiento.

Por otro lado, fue constatada en las cuatro comunidades, una gran diversidad de artrópodos pertenecientes al grupo funcional de controladores biológicos de herbívoros, siendo estos depredadores y parasitoides. Se destacan por su ocurrencia, aquellos artrópodos de hábito depredador, tales como arañas del orden Araneae, todas depredadoras; avispa (Hymenoptera: Vespidae); moscas vedes (Diptera: Dolichopodidae), mosca sirfide (Diptera: Syrphidae); chinches asesinos (Hemiptera: Reduviidae) y mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae). Así mismo, se reporta la presencia de parasitoides como aquellos (Hymenoptera: Braconidae) y moscas (Diptera: Tachinidae).

Finalmente, cuando se hace una comparación en base a los resultados preliminares de estas evaluaciones, se observa que, de manera general, todos los materiales de camote presentan una diversidad de artrópodos-herbívoros y benéficos. No obstante, se pudo apreciar que, fue en la comunidad Fuerzas Unidas de la Parroquia Tarapoa, cantón Cuyabeno, donde los artrópodos herbívoros, se presentaron con mayor densidad poblacional en el cultivo de camote. Sin embargo, complementariamente, también se destacaron una gran presencia de poblaciones de reguladores biológicos de estas plagas. Le sigue en riqueza y abundancia la comunidad Itaya, parroquia Limoncocha, cantón Shushufindi, donde también fue constatada alta presencia de herbívoros. Mientras que, en las comunidades de Yanayacu, parroquia El Eno, cantón Lago Agrio y la comunidad Abdón Calderón, de la parroquia Sevilla, cantón Cascales, los artrópodos-herbívoros se presentaron en menor intensidad, no obstante, si se registró presencia de enemigos naturales de estos herbívoros.

### CONCLUSIONES

Preliminarmente se puede mencionar que se observó una particular riqueza y abundancia de grupos funcionales de artrópodos herbívoros y benéficos en el cultivo de camote establecido en la provincia de Sucumbíos.

La incidencia y ocurrencia de artrópodos herbívoros y benéficos, presentes en el cultivo de camote, se presentan en forma diferenciada entre las comunidades evaluadas.

### Provincia de Esmeraldas

En esta provincia la evaluación se realizó a los 97 días de edad del cultivo. Fueron observados una diversidad de artrópodos herbívoros y enemigos naturales (depredadores y parasitoides), asociados a los 17 materiales de camote. Se registro la presencia de varios fitófagos masticadores, alimentándose del follaje en todos los materiales de camote. Se destaca un complejo de adultos del orden Coleoptera de la familia Chrysomelidae, larvas de Lepidoptera de la familia Pyralidae, Hesperidae, así como, las familias Acrididae y Tettigonidae del orden Orthoptera, las cuales presentan una diversidad de especies en las cuatro comunidades. Las hormigas del género *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae), también se presentan de manera regular en los materiales de camote en las cuatro comunidades de Esmeraldas. Sin embargo, dentro de este grupo de defoliadores, sobresalió por su mayor ocurrencia el lepidóptero *Omiodes indicata*, conocido como gusano pega hoja y las especies de ortópteros. Se destacó también, un significativo complejo de insectos fitófagos de habito chupador, sobresaliendo, aquellos Hemiptera de la familia Cicadellidae, que se presentaron en altas poblaciones en las cuatro comunidades evaluadas, desatándose especies de los géneros *Empoasca* spp. y *Sibovia* spp.

Todo este grupo de herbívoros masticadores y chupadores que se alimentan del follaje, pueden llegar en un momento dado, a ocasionar en grandes poblaciones, un significativo daño al cultivo, especialmente cuando se presentan en etapas tempranas o durante su establecimiento. Sin embargo, en el caso presente de esta evaluación, realizada a los 97 días de edad del cultivo, los materiales están dedicados a distribuir su energía al engrosamiento de raíces tuberosas, por lo que, el daño ocasionado por las altas poblaciones de estos herbívoros, presentes en esta edad, pudiera ser irrelevante y de bajo impacto a los materiales de camote. No obstante, será siempre importante evaluarlos y hacerles el respectivo seguimiento.

De los muestreos realizados a los tubérculos en cada material, no fue afortunadamente reportado la presencia de la polilla de la batata *Euscepes postfaciatus* (Coleoptera: Curculionidae), considerada la plaga más destructiva del camote.

Por otro lado, fue constatada en las cuatro comunidades, una gran diversidad de artrópodos pertenecientes al grupo funcional de controladores biológicos de herbívoros, siendo estos depredadores y parasitoides. Se destacan por su ocurrencia, aquellos artrópodos de habito depredador, tales como arañas del orden Araneae, avispas (Hymenoptera: Vespidae); moscas vedes (Diptera: Dolichopodidae), mosca sirfide (Diptera: Syrphidae); chinches asesinos (Hemiptera: Reduviidae) y mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae). Así mismo, se reporta la presencia de parasitoides como avispas (Hymenoptera: Braconidae) y moscas (Diptera: Tachinidae).

Finalmente, cuando se hace una comparación en base a los resultados preliminares de estas evaluaciones, realizadas en las cuatro comunidades; se observa que, hay una gran coincidencia de la diversidad de artrópodos herbívoros y benéficos presentes en todos los materiales y entre las comunidades estudiadas, con ligeras excepciones. No obstante, es

importante destacar la importante presencia de poblaciones de reguladores biológicos (depredadores y parasitoides), que actúan sobre las plagas presentes en el cultivo de camote.

## CONCLUSIONES

Se observa una particular riqueza y abundancia de grupos funcionales de artrópodos herbívoros y benéficos asociados a los materiales de camote establecido en la provincia de Esmeraldas.

Muchos de los artrópodos herbívoros observados en los materiales en estudio a los 97 días de edad del cultivo, llegaron posiblemente en forma tardía al camote, por lo que su incidencia en el rendimiento pudiera ser baja.

La presencia de enemigos naturales (depredadores y parasitoides), es determinante en la regulación natural de las poblaciones de artrópodos-plaga asociadas al camote en las comunidades en estudio.

### Capacitación en Sucumbíos y Esmeraldas

Durante la ejecución de estas dos comisiones en las provincias de Sucumbíos y Esmeraldas, también se realizó eventos de capacitación a productores y técnicos en cada una de las localidades donde estaban establecidos los materiales de camote.

Se ofreció la charla denominada: Plagas del camote y sus controladores biológicos, en las comunidades Fuerzas Unidas, Abdón Calderón, Yanayacu y Itaya de la provincia de Sucumbíos, del 26 al 28 de enero de 2021. (58 participantes entre productores y técnicos) y en las comunidades de Tambillo, Bocana de Guayllabamba, Abdón Calderón y San Mateo, de la provincia de Esmeraldas, en las fechas del 27 al 29 de julio de 2021. (58 participantes entre productores y técnicos).

## CONCLUSIÓN

La capacitación se cumplió según la programación del proyecto, llegando a 116 beneficiarios entre productores y técnicos involucrados en el cultivo de camote en las provincias de Sucumbíos y Esmeraldas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cobeña, G.; Cañarte, E.; Mendoza, A.; Cárdenas, F.M.; y Guzmán, A.M. (2017). Manual técnico del cultivo de camote. Manual No. 106. INIAP Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador.

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

Lofego A.C. y Moraes G.J. (2006). Ácaros (Acari) associados 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.

Silveira Neto, S.; Nakano, O.; Barbin D. y Villa-Nova, N.A. (1976). Manual de Ecología dos Insectos. São Paulo, Brasil.

## **Proyecto 6. Liberación de una nueva variedad de camote 001**

### **Actividad 1. Evaluación de la presencia de artrópodos herbívoros y benéficos en el material promisorio de camote 001**

#### **ANTECEDENTES**

El cultivo de camote *Ipomoea batatas* L, como cualquier especie cultivada, presenta una diversidad de artrópodos plaga y benéficos, principalmente en las zonas productoras de Manabí y Guayas. La intensidad de las poblaciones de estas plagas, estará en función de aspectos como el manejo técnico del cultivo, uso de plaguicidas y las condiciones ambientales, propias de cada zona (Cobeña et al., 2017). Otro aspecto importante para su establecimiento, es el grado de adaptabilidad de las variedades a los diferentes ambientes, donde se pretenda introducir este cultivo.

Al respecto, la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, se encuentra evaluando un nuevo material promisorio de camote 001, introducido de Honduras<sup>1</sup>, por lo que su comportamiento agronómico y fitosanitario, se desconoce. En este contexto, es necesario evaluar la presencia de la diversidad de artrópodos plaga y benéficos que se presenten asociados a este material, su infestación, y así poder establecer su posible impacto sobre la

producción de este nuevo material de camote. Así mismo, determinar el posible rol que ejercen los organismos benéficos, como aporte a la regulación natural de estas plagas.

## OBJETIVOS

### Objetivos específicos

Identificar los grupos funcionales de artrópodos herbívoros y benéficos asociados al material promisorio de camote 001, bajo las condiciones del Litoral ecuatoriano.

Realizar un análisis faunístico de los grupos funcionales de artrópodos herbívoros y benéficos presentes en el material promisorio de camote 001, bajo las condiciones del Litoral ecuatoriano.

## METODOLOGÍA

### Ubicación

La evaluación de la variedad promisorio de camote 001, se realizó en dos áreas del Litoral ecuatoriano: La primera correspondió a un lote de 1250 m<sup>2</sup> (50 x 25 m), establecido en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en el sitio El Cady de la parroquia Colón, cantón Portoviejo-Manabí, en las coordenadas (01°07'249" S y 80°24'691" W, a una altitud de 38 m s.n.m.), sembrado el 03 de febrero del 2021, con 168 días de edad a la evaluación. Un segundo lote de 1,3 ha, establecido en la localidad de San Lorenzo del Mate, en la provincia de Santa Elena, en las coordenadas (02°27'656" S y 80°16'810" W, a una altitud de 60 m s.n.m.), con 40 días de edad a la evaluación. El informe fue presentado en septiembre, 02 de 2021.

### Origen del material

De acuerdo a las personas que realizaron el intercambio del material, indican que es de Honduras.

### Levantamiento de la información

Para el levantamiento de la información, se utilizó la técnica de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), para lo cual se escogieron veinticinco puntos de observación, distribuidos en el área cultivada con el material promisorio. En cada punto se registró el número de especímenes observación de artrópodos herbívoros (plaga) y benéficos (depredadores y parasitoides). Para el efecto se construyó una planilla de campo.

### Análisis faunístico

La riqueza y abundancia estimada de las especies de artrópodos herbívoros y benéficos, presentes en la parcela del material promisorio de camote 001, es expresada en número de especies e individuos. Se realizó un análisis faunístico considerando las treinta y una especies identificadas en esta evaluación. Este análisis consistió en el cálculo de los índices de dominancia, abundancia y frecuencia de cada especie, además, de los índices de diversidad y equidad de las especies identificadas. Se consideró todos los individuos registrados en cada punto de observación. Se utilizó el programa ANAFU, desarrollado por la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidad de São Paulo (ESALQ/USP) (Lofego y Moraes, 2006; Cruz *et al.*, 2012).

La diversidad, se determinó por el índice Shannon-Weaver y la dominancia por el método de Kato, que considera la abundancia y frecuencia de las especies identificadas (Laroca y Mielke

1975 citado por Lofego y Moraes (2006)). Las especies se clasificaron por su dominancia como, súper dominante (SD), dominante (D) y no dominante (ND). 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. Se establecieron las siguientes clases de abundancia: súper abundante (sa), muy abundante (ma), abundante (a), común (c), dispersa (d) y rara (r). La frecuencia se determinó estableciendo la clase de frecuencia de acuerdo con cada intervalo de confianza de la media aritmética al 5% de probabilidad. Se determinó las siguientes clases de frecuencia: súper frecuente (SF), muy frecuente (MF), frecuente (F) y poco frecuente (PF) (Lofego y Moraes, 2006).

## RESULTADOS

Cuando se analizó la riqueza de los grupos funcionales de artrópodos asociados a la variedad promisorio de camote 001, en dos zonas del Litoral ecuatoriano, se determinó un total de 482 especímenes registrados, que correspondieron a 31 especies de artrópodos reportadas en este material promisorio (**Tabla 66**). De estas, 19 son del grupo funcional herbívoros (plagas) y 12 del grupo de enemigos naturales. Se identificaron 12 familias de herbívoros, agrupados en ocho órdenes, siendo Coleoptera el más numeroso con nueve especies, seguido de los órdenes Hemiptera y Lepidoptera con tres y dos especies, respectivamente. Mientras que la familia más numerosa fue Chrysomelidae con siete especies, seguida de Cicadellidae con dos especies reportadas. Todas las especies de herbívoros identificadas en esta investigación, se alimentan del follaje del camote, con excepción de los coleópteros gusano alambre *Agriotes* sp. (Elateridae) y *Euscepes postfaciatus* (Curculionidae), que se alimentan de las raíces tuberosas de este cultivo (**Tabla 66**). Con relación a los artrópodos benéficos, se identificaron nueve familias, agrupadas en seis órdenes, siendo Hymenoptera el más numeroso con cuatro especies, seguido de Coleoptera con tres especies. Por su parte, la familia más numerosa fue Coccinellidae con tres especies. Nueve de las especies de artrópodos benéficos son depredadores y tres son parasitoides (**Tabla 66**).

Los artrópodos reportados en este material promisorio de camote 001, no llegaron a convertirse en plagas, en ninguna de las dos localidades. Sin embargo, no hay que descartar que, bajo ciertas condiciones de manejo del cultivo, que involucra la calidad del material de siembra, el uso inadecuado e inoportuno de plaguicidas, entre otros, se pudiera provocar la explosión poblacional de alguna de las especies de artrópodos herbívoros asociados a este cultivo y así llegar a ocasionar un impacto en su crecimiento, desarrollo y producción.

Se observó que, prevalecieron una gran diversidad de especies herbívoras (**Figura 63**), que, provocan defoliación en el cultivo, entre ellos, varias especies de los géneros *Diabrotica*, *Omophoita*, *Cerotoma*, *Aspidomorpha*, *Typophorus*, *Colaspis* y *Epitrix* (Coleoptera: Chrysomelidae). Así como chicharritas de hábito chupador, alimentándose del follaje, destacándose especies de los géneros *Empoasca* y *Sibovia* (Hemiptera: Cicadellidae). También fueron observadas poblaciones de trips, principalmente del género *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae); ambos grupos de chupadores, pueden ser responsable de un significativo daño directo, al alimentarse en el follaje de la planta. No obstante, merecen especial interés, por su facultad de transmitir virus en los cultivos. La mosca blanca *Bemisia* spp. (Hemiptera: Aleyrodidae), se presentó, pero en muy bajas poblaciones. Hay un grupo de insectos asociados al suelo, cuyas larvas se alimentan de las raíces tuberosas, pudiendo bajo ciertas condiciones ocasionar un daño considerable, ya que, afectan directamente la producción del cultivo. Al respecto, se citan el daño del gusano alambre *Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae). Sin embargo, el insecto herbívoro reportado como plaga clave a



nivel mundial, en el cultivo del camote es, la polilla de la batata *Euscepes postfasciatus* (Coleoptera: Curculionidae), reportado también en Ecuador, cuya voracidad puede causar la pérdida total de la producción de este cultivo, principalmente cuando la cosecha se la realiza de manera tardía. Este insecto, sólo fue observado en el lote de la Estación Portoviejo, con una infestación menor al 1% en camotes cosechados.

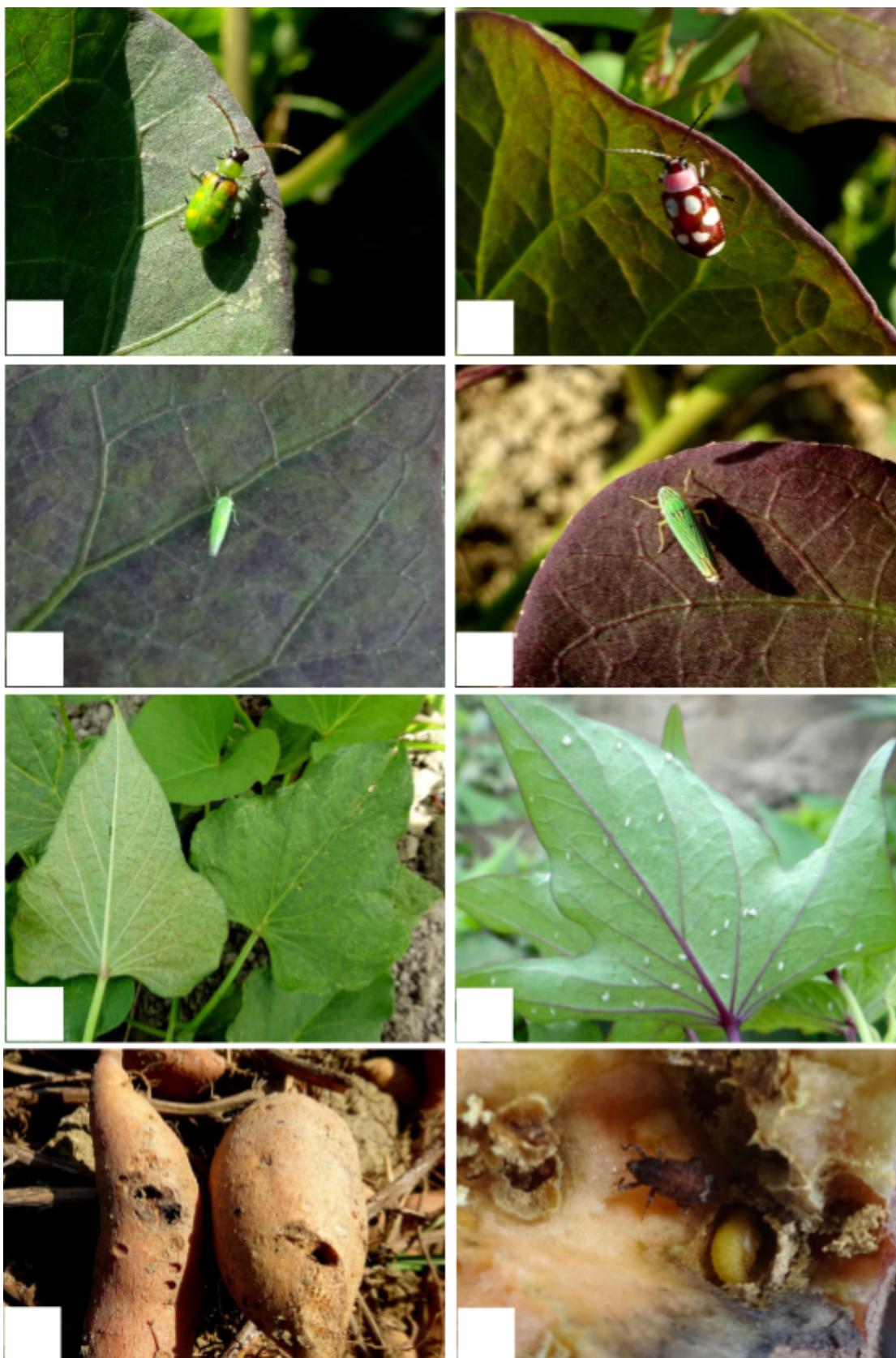
Con relación a los principales artrópodos benéficos (**Figura 64**), se pueden destacar entre otros, la ocurrencia de depredadores de las especies *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea* y *Cheilomenes* spp. (Coleoptera: Coccinellidae), las avispas *Polybia* sp. y *Polistes* sp. (Hymenoptera: Vespidae), el cinche asesino *Zelus* spp. (Hemiptera: Reduviidae) y arañas depredadoras. Mientras que, entre los parasitoides, sobresalen las familias Braconidae y Chalcididae.

**Tabla 66.** Artrópodos de hábito herbívoro, depredador y parasitoide asociados al material promisorio de camote 001. Estación Experimental Portoviejo. 2021.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Orden	Órgano que afecta
<b>Artrópodos herbívoros (plaga)</b>				
Gusano alambre	<i>Agriotes</i> sp.	Elateridae	Coleoptera	Raíces
Gorgojo de la raíz	<i>Euscepes postfasciatus</i>	Curculionidae	Coleoptera	Raíces
Hormigas cortaderas	<i>Atta</i> sp.	Formicidae	Hymenoptera	Hojas
Chicharrita	<i>Empoasca</i> sp.	Cicadellidae	Hemiptera	Hojas
Chicharrita	<i>Sibovia</i> spp.	Cicadellidae	Hemiptera	Hojas
Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>	Aleyrodidae	Hemiptera	Hojas
Escarabajos	<i>Diabrotica</i> sp.	Chrysomelidae	Coleoptera	Hojas
Escarabajos	<i>Omophota</i> spp.	Chrysomelidae	Coleoptera	Hojas
Escarabajos	<i>Cerotoma arcuata</i>	Chrysomelidae	Coleoptera	Hojas
Cascarudo o tortuguita	<i>Aspidomorpha</i> spp.	Chrysomelidae	Coleoptera	Hojas
Negrito de la batata	<i>Typophorus nigrinus</i>	Chrysomelidae	Coleoptera	Hojas
Perforador de hoja	<i>Colaspis</i> sp.	Chrysomelidae	Coleoptera	Hojas
Pulga saltona	<i>Epitrex</i> spp.	Chrysomelidae	Coleoptera	Hojas
Gusano pega hoja	<i>Omiodes indicata</i>	Pyralidae	Lepidoptera	Hojas
Gusano cabezón	<i>Sin identificar</i>	Hesperiidae	Lepidoptera	Hojas
Trips	<i>Frankliniella</i> sp.	Thripidae	Thysanoptera	Hojas
Mosca minadora	<i>Liriomyza</i> sp.	Agromyzidae	Diptera	Hojas
Langostas	<i>Sin identificar</i>	Acrididae	Orthoptera	Hojas
Arañita roja	<i>Tetranychus</i> spp.	Tetranychidae	Acari	Hojas
<b>Artrópodos depredadores (benéfico)</b>				
Mariquitas	<i>Cheilomenes</i> spp.	Coccinellidae	Coleoptera	Depredador
Mariquitas	<i>Hippodamia convergens</i>	Coccinellidae	Coleoptera	Depredador
Mariquitas	<i>Cycloneda sanguinea</i>	Coccinellidae	Coleoptera	Depredador
Chinche asesino	<i>Zelus</i> spp.	Reduviidae	Hemiptera	Depredador
Mosca verde	<i>Condylostylus</i> sp.	Dolichopodidae	Diptera	Depredador
Avispa depredadora	<i>Polybia</i> sp.	Vespidae	Hymenoptera	Depredador



Avispa depredadora	<i>Polistes spp.</i>	Vespidae	Hymenoptera	Depredador
Trips depredador	<i>Franklinothrips spp.</i>	Aeolothripidae	Thysanoptera	Depredador
Arañas	<i>Sin identificar</i>	Salticidae	Araneae	Depredador
<b>Artrópodos parasitoides (benéfico)</b>				
Mosca parasitoide	<i>Paratheresia sp.</i>	Tachinidae	Diptera	Parasitoide
Avispa	<i>Bracon spp.</i>	Braconidae	Hymenoptera	Parasitoide
Avispa	<i>Sin identificar</i>	Chalcididae	Hymenoptera	Parasitoide



**Figura 63.** Principales artrópodos herbívoros presentes en el material promisorio de camote 001: Mariquitas *Diabrotica* spp. (A) y *Omophoita* spp. (B). Chicharritas *Empoasca* sp.; (C) y *Sibovia* spp. (D); Daño de trips *Frankliniella* sp. en la hoja (E); Mosca blanca *Bemisia* spp. (F); Gusano alambre *Agriotes* spp. (G); Polilla de la batata *Euscepes postfasciatus* (H).



**Figura 64.** Principales artrópodos benéficos presentes en el material promisorio de camote 001: Tortuguítas *Cycloneda sanguinea* (A) y *Cheilomenes* spp. (B). Cinche asesino *Zelus* spp. (C) y arañas depredadoras (D). Mosca verde *Condyllostylus* sp. (E) y moscas parasitoides de la familia *Tachinidae* (F).

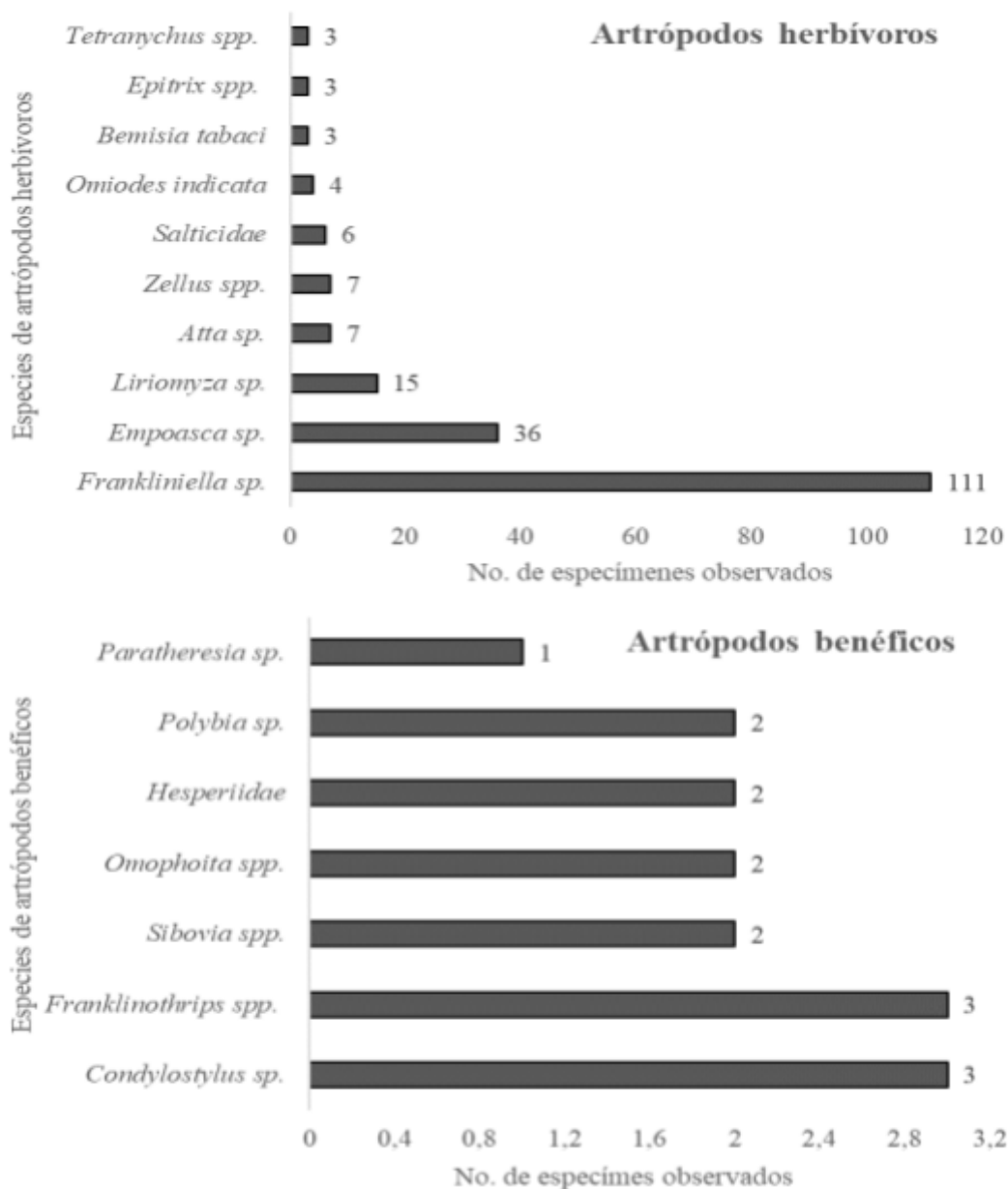
Cuando se analizó la abundancia de las especies de artrópodos presentes en la zona de la Estación Portoviejo (Manabí), se determinó un total de 272 especímenes registrados. Se destacaron por su abundancia, las especies herbívoras *Empoasca* sp., *Frankliniella* sp., *Sibovia* sp. y *Omiodes* sp., con 56, 34, 22 y 19 especímenes, respectivamente. Mientras que, entre los benéficos, destacaron por su abundancia las especies depredadoras, como las arañas Salticidae, el chinche *Zelus* spp., *Cheilomenes* spp., *Condyllostylus* sp. y los parasitoides de la familia Chalcididae, con 15, 12, 10, 9 y 8 especímenes, respectivamente (Figura 65).

<i>Agriotis</i> sp.	1
<i>Euscepes postfaciatus</i>	1
<i>Omoploa</i> spp.	2
<i>Typophorus nigritus</i>	3
<i>Colaspis</i> sp.	4
<i>Cerotoma arcuata</i>	4
Acrididae	5
<i>Aspidomorphia</i> spp.	5

#### Artrópodos herbívoros

**Figura 65.** Abundancia de Artrópodos de hábito herbívoro y benéficos (depredador y parasitoide) asociados al material promisorio de camote 001. Estación Experimental Portoviejo-Manabí. 2021.

Con respecto a la abundancia de las especies de artrópodos presentes en la zona de la San Lorenzo del Mate (Península de Santa Elena), se determinó un total de 210 especímenes registrados. Destacaron por su abundancia, apenas las especies herbívoros *Frankliniella* sp. y *Empoasca* sp. con 111 y 36 individuos observados, respectivamente. Por su parte, los



benéficos, se presentaron en muy bajas poblaciones, pudiéndose citar a las especies depredadoras *Condyllostylus* sp. y *Frankliniothrips* spp., con apenas tres individuos cada una (Figura 66).

**Figura 66.** Abundancia de Artrópodos de hábito herbívoro y benéficos (depredador y parasitoide) asociados al material promisorio de camote 001. San Lorenzo del Mate-Península de Santa Elena. 2021.

Cuando realizamos el análisis faunístico con los datos registrados de artrópodos herbívoros (plagas) y benéficos, en las dos zonas de muestreo del material promisorio de camote 001, se observó que las especies herbívoras *Empoasca* sp. y *Frankliniella* sp. se destacaron de entre las demás, al presentarse como únicas especies dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en las dos zonas de evaluación; siendo incluso *Frankliniella* sp. super dominante (SD), en San Lorenzo del Mate. Le siguen en la zona de la Estación Experimental Portoviejo (Manabí), las especies *Sibovia* spp. y *Omiodes indicata* al ser dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF). En tanto que *Liriomyza* sp. fue dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), solo en San Lorenzo del Mate. Con relación a los enemigos naturales, la especie *Zelus* spp., fue la única que se presentó como dominante (D), común (c) y frecuente (F), en las dos zonas evaluadas (Tabla 67).

**Tabla 67.** Número de individuos adultos de hábito alimentario herbívoro, depredador y parasitoide, colectados en parcela del material promisorio de camote 001, con sus niveles de dominancia, abundancia y frecuencia, en dos zonas de producción del Litoral ecuatoriano, 2021.

Especies identificadas	Localidades de estudio									
	Estación Experimental Portoviejo (Manabí)					San Lorenzo del Mate (Península de Santa Elena)				
	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 (plaga)</b>										
<i>Agriotes</i> sp.	1	1	ND	r	PF	-	-	-	-	-
<i>Euscepes postfaciatus</i>	1	1	ND	r	PF	-	-	-	-	-
<i>Atta</i> sp.	9	9	ND	c	F	7	7	D	c	F
<i>Empoasca</i> sp.	56	25	D	ma	MF	36	21	D	ma	MF
<i>Sibovia</i> spp.	22	20	D	ma	MF	2	2	ND	c	F
<i>Bemisia tabaci</i>	-	-	-	-	-	3	3	ND	c	F
<i>Diabrotica</i> sp.	5	5	ND	d	PF	-	-	-	-	-
<i>Omophoita</i> spp.	2	2	ND	r	PF	2	2	ND	c	F
<i>Cerotoma arcuata</i>	4	4	ND	r	PF	-	-	-	-	-
<i>Aspidomorpha</i> spp.	5	5	ND	d	PF	-	-	-	-	-
<i>Typophorus nigritus</i>	3	3	ND	r	PF	-	-	-	-	-
<i>Colaspis</i> sp.	4	4	ND	r	PF	-	-	-	-	-
<i>Epitrix</i> spp.	-	-	-	-	-	3	3	ND	c	F
<i>Omiodes indicata</i>	19	19	D	ma	MF	4	4	ND	c	F
Hesperiidae	6	6	ND	c	F	2	2	ND	c	F
<i>Frankliniella</i> sp.	34	5	D	ma	MF	111	24	SD	sa	SF
<i>Liriomyza</i> sp.	14	14	D	c	F	15	10	D	ma	MF
Acrididae	5	5	ND	d	PF	-	-	-	-	-
<i>Tetranychus</i> spp.	-	-	-	-	-	3	1	ND	c	F
<b>Artrópodos depredadores (benéfico)</b>										
<i>Cheilomenes</i> spp.	10	9	ND	c	F	-	-	-	-	-
<i>Hippodamia convergens</i>	5	5	ND	d	PF	-	-	-	-	-
<i>Cycloneda sanguinea</i>	5	5	ND	d	PF	-	-	-	-	-
<i>Zelus</i> spp.	12	11	D	c	F	7	7	D	c	F
<i>Condylostylus</i> sp.	9	9	ND	c	F	3	3	ND	c	F
<i>Polybia</i> sp.	4	4	ND	r	PF	2	2	ND	c	F
<i>Polistes</i> spp.	6	6	ND	c	F	-	-	-	-	-
<i>Franklinothrips</i> spp.	-	-	-	-	-	3	3	ND	c	F
Salticidae	15	15	D	a	MF	6	6	ND	c	F
<b>Artrópodos parasitoides (benéfico)</b>										
<i>Paratheresia</i> sp.	5	5	ND	d	PF	1	1	ND	d	PF



<i>Bracon spp.</i>	3	3	ND	r	PF	-	-	-	-	-
Chalcididae	8	8	ND	c	F	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Número de especímenes; <sup>2</sup>Número de reportes; <sup>3</sup>Dominancia (método 2. Sakagami & 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.  
- No se registró presencia.

La diversidad de artrópodos herbívoros y benéficos en el material promisorio de camote 001, fue superior en la zona de la Estación Experimental Portoviejo; presentando, además, un mayor número de especies. Se observa que en esta zona se alcanzaron los mayores Índices de diversidad de Shannon-Weaner (2,8475) y Equidad (8,8640) (Tabla 68).

**Tabla 68.** Número de especies, índices de Shannon-Weaner para diversidad y equidad de las especies de artrópodos de hábito alimentario herbívoro (plagas) y enemigos naturales (depredadores y parasitoides), colectados en parcela del material promisorio de camote 001, en dos zonas de producción del Litoral ecuatoriano, 2021.

Localidades	Nº de especies	Diversidad (H)	Varianza	Intervalo de confianza (IC)		Equidad (E)
				Mín.	Max.	
Estación Experimental Portoviejo	27	2,8475	0,0032	2,8406	2,8544	0,8640
San Lorenzo del mate	17	1,7378	0,0091	1,7247	1,7510	0,6134

## CONCLUSIONES

Se identificaron 31 especies de artrópodos asociados al material promisorio de camote 001, prevaleciendo las especies herbívoras (plagas), sobre los benéficos.

La mayor riqueza y abundancia de artrópodos herbívoros y benéficos asociados al material promisorio de camote 001, fue observada en la zona de la Estación Experimental Portoviejo.

Las especies herbívoras *Empoasca sp.* y *Frankliniella sp.* fueron las únicas que se presentaron como dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en el material promisorio de camote 001, en las dos zonas de evaluación. Mientras que, entre los enemigos naturales solo se destacó la especie depredadora *Zelus spp.*, al ser dominante (D), común (c) y frecuente (F), en las dos zonas evaluadas.

Finalmente, en base a las observaciones y resultados obtenidos, se puede concluir que, al momento de realizar esta evaluación, ninguna de las especies de herbívoros identificados, representaban un riesgo para este material promisorio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cobeña, G.; Cañarte, E.; Mendoza, A.; Cárdenas, F.M.; y Guzmán, A.M. (2017). Manual técnico del cultivo de camote. Manual No. 106. INIAP Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador.

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

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.

Silveira Neto, S.; Nakano, O.; Barbin, D. y Villa-Nova, N.A. (1976). Manual de Ecología dos Insectos. São Paulo, Brasil.