

**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**

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

**SECCIÓN: ENTOMOLOGÍA**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2018**

## INFORME TÉCNICO ANUAL 2018

- 1. Departamento / Programa:**  
Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV). Sección Entomología.
- 2. Nombre director de la Estación Experimental:**  
M.C. Eddie Ely Zambrano Zambrano.
- 3. Responsable del Departamento/Programa en la Estación Experimental:**  
Ph.D. Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez.
- 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. Ramón Francisco Solórzano Faubla (Contrato/Asistente de Investigación)  
Ing. Adolfo Rafael Sotelo Proaño (Asistente del Proyecto +Algodón INIAP-FAO)  
Mg. Xavier Cayetano Muñoz Conforme (Asistente de Investigación Proyecto-Teca)  
Ing. Ramón Antonio Pinargote Borrero (Asistente de Campo)
  - b. Equipo Técnico Multidisciplinario I+D del INIAP:**  
Ing. Alma Mendoza. Fitopatología-EEP  
M.C. Eddie Zambrano. Mejoramiento-EEP  
Ing. Goever Peña. Recursos Fitogenéticos-EEP  
Mg. Benny Avellán. Transferencia-EEP  
Ing. Jim Ochoa. Producción-EEP  
Mg. Wilmer Ponce. Laboratorio de Bromatología-EEP  
Ph.D. Danilo Vera. Fitopatología EETP  
Ph.D. Karina Solis. Fitopatología EETP  
Ing. Sofía Peñaherrera. Fitopatología EETP  
Ing. Pedro Terrero Fitopatología. EETP  
M.Sc. Edwin Borja. Fitopatología EETP  
Ing. Paúl Villavicencio. Mejoramiento EETP  
Ph.D. Sandra Garcés. Entomología-EESC  
Ph.D. César Tápiá. DENAREF-EESC  
Ph.D. Álvaro Monteros. DENAREF-EESC  
M.Sc. Jimmy Pico. Fitopatología EECA  
M.Sc. Catalina Bravo. Agroecología EEA  
Ph.D. Lenin Paz. Virología EELS  
M.C. Daniel Navia. Nematología-EELS  
Ph.D. Luis Peñaherrera. Malezología EELS  
Ing. Lidia Macas. Malezología EELS  
Mg. Mercedes Navarrete. Agronomía EESD  
Ph.D. Elisa Quiala. Biotecnología EESD  
Ing. Joanna Allauca. Agronomía Galápagos  
M.Sc. Marilú Valverde. Agroecología Galápagos
  - c. Equipo de científicos de soporte:**  
Ph.D. Diego Quito. ESPOL-CIBE. Biotecnología  
Ph.D. Rodney Nagoshi. USDA-USA. Biología Molecular  
Ph.D. Manuel Gonzalez. INIA-España. Entomología  
Ph.D. Antonieta De Cal y Cortina. INIA-España. Fitopatología  
Ph.D. David Mota. Universidad de Michigan State. USA

## 5. Financiamiento:

Durante el 2018, el DNPV-Entomología de esta Estación, gestionó financiamiento de varias fuentes externas, con lo que ejecutó actividades de investigación, iniciando proyectos nuevos, que continuaran durante el 2019 y 2020. 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) y Gasto corriente de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP (otras actividades del POA).

## 6. Proyectos:

Proyectos/Actividades-POA 2018	Fuente de financiamiento	Presupuesto (dólares)	Fecha de inicio y fin del proyecto	Producto generado 2018
“Estudio del complejo vectores-virus en maíz”:	Gasto corriente EEP	1.900	2017-2019	Informe Técnico, Ponencia científica, Poster
<b>Actividad 1.</b>				
Identificación y comportamiento de insectos vectores en campo de productor de maíz en Manabí.				
<b>Actividad 2.</b>				
Dinámica temporal de las principales especies de insectos vectores asociados al cultivo de maíz en Lodana-Manabí.				
<b>Actividad 3.</b>				
Respuesta del complejo vectores-virus a un programa de manejo integrado en el cultivo de maíz. Lodana-Manabí.				
Caracterización genética de poblaciones de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Ecuador.	Gasto corriente EEP	1.728	2018-2019	Informe Técnico
Bioensayos de la eficacia del aceite de piñón <i>Jatropha curcas</i> L. sobre larvas de lepidópteros defoliadores en maíz.	Gasto corriente EEP	1.160	2018-2019	Informe Técnico
Influencia del sistema de producción del cacao sobre la diversidad de polinizadores:	Gasto corriente EEP ESPAM-MFL	20.000	2018-2019	Informe Técnico, Ponencia científica
<b>Actividad 1.</b>				
Influencia de sustratos de				

cría de polinizadores en tres sistemas de producción de cacao fino y de aroma en dos zonas de Manabí.

<i>Diaphorina citri</i> Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) y sus enemigos naturales en Manabí.	Gasto corriente EEP	1.080		Informe Técnico
“Etiología de la principal enfermedad de la teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”: <b>Componente 2.</b> Determinación del rol de insectos escolitinos en la transmisión y dispersión de la enfermedad “Muerte regresiva”.	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID)	90.342,67	2018-2020	Informe Técnico, Tríptico, Evento de socialización del proyecto, Publicación Técnica (manual- borrador)
<b>Actividad-EXTRAPOA</b>				
“Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón <i>Gossypium hirsutum</i> (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano”: <b>Actividad 1.</b> Evaluación de la respuesta de dos variedades de algodón a un programa tecnológico en dos densidades poblacionales en el valle del Río Portoviejo. <b>Actividad 2.</b> Plan de regeneración de accesiones del género <i>Gossypium</i> spp. Conservado en el banco de germoplasma del INIAP y nuevas recolecta en Ecuador.	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, proyecto algodón),	84.000	2018-2020	Informe Técnico
Inventario de microorganismos, organismos y especies vegetales invasoras presentes en los cultivos de las islas Galápagos.	Gasto corriente/ Dirección de Investigaciones- INIAP		2016-2019	Documento Catálogo
Evaluación de inductores de resistencia de virus en maíz.	Gasto corriente EEP		2018-2019	Informe Técnico
Establecimiento de cría de <i>Spodoptera frugiperda</i> en laboratorio.	Gasto corriente EEP		2018-2019	Protocolo de cría, Informe Técnico

## 7. Socios estratégicos para investigación:

Socio	Proyecto/Actividades	Año
Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) España.	Financiamiento al Proyecto Teca.	2018-2019 en ejecución
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria (INIA), España. Subsecretaría de Producción Forestal MAG-Ecuador.	Apoyo científico al Proyecto Teca. Soporte logístico para las zonas de producción de teca.	
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).	Financiamiento al Proyecto +Algodón.	2018-2020
Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA).	Apoyo con materiales de algodón convencional.	2018-2019
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).	Apoyo científico al Proyecto <i>Spodoptera</i> spp. Escritura de artículo científico.	2018-2019
Universidad Del Zulia (Venezuela), Facultad de Agronomía. División de Estudios para Graduados. Comité de Postgrado:	Asesoría al Proyecto polinizadores en sistemas de cacao.	
Universidad de Michigan State.	Colaboración en la escritura y posterior publicación de dos artículos científicos en maíz.	2018-2019
Escuela Superior Politécnica del Litoral: Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (ESPOL-CIBE).	Apoyo técnico-científico en el Proyecto Virus-maíz. Escritura de artículo científico.	2017-2019
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL).	-Ejecución en conjunto del Proyecto Polinizadores en sistemas de cacao (Co-tutor del proyecto de tesis doctoral). -Proyecto <i>Prodiplosis longifila</i> en tomate. (Tutor de tesis doctoral). -Publicación de artículos científico. -Capacitación a estudiantes y profesores.	En ejecución 2018-2019
Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT-INIDITA).	Fondos concursables para proyectos de investigación. Se presentó propuesta, pero fue rechazada.	2018
Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).	Capacitación a técnicos.	2018
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD).	Capacitación a técnicos.	2018

## 8. Publicaciones:

### a. Artículos científicos:

Montero, S., Cardoso, J., y **Cañarte, E.** (2018). Vinagre triple 12,5%: herbicida natural en siembra directa de maíz (*Zea mays*) orgánico. *ESPAMCIENCIA*, 8(2): 13-21. (Publicado).

Limongi, R., Alarcón, D., Zambrano, E., Caicedo, M., Villavicencio P., Eguez, J., **Navarrete, B.**, Yanez, C., y Zambrano, J. (2018). Development of a

new maize hybrid for the Ecuadorian lowland. *Revista Agronomía Colombiana*. (Aceptado para su publicación).

Alarcón, D., Limongi, R., Zambrano, E., y **Navarrete, B.** (2018). Desarrollo de una variedad de maíz tropical de grano blanco con calidad de proteína para consumo en fresco. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, (10) 2. (Aceptado para su publicación).

Terrero, P., Peñaherrera, S., **Navarrete, B.**, Vera, D., Solis, K., y Herrera, M. (2018) Compatibilidad in vitro de *Trichoderma* spp. con fungicidas de uso común en cacao (*Theobroma cacao* L.). *Investigación Agraria*, 20(2). (En revisión).

Álvarez, H., Limongi, R., Peña, G., **Navarrete, B.** Zambrano, E., y Viera, W. (2018) Agro-morphological Characterization “In situ” of *Tamarindus indica* L. in the dry forest of Ecuador. *Journal of Tropical Agricultural Science*. (Enviado para su publicación.)

#### **b. Publicados en memorias:**

**Cañarte, E., Navarrete, B., Valarezo, O., y Solórzano, R.** (2018). Biodiversidad de insectos polinizadores y su rol en la producción de cacao fino y de aroma en Manabí-Ecuador [Resumen]. In *XL Jornadas Nacionales de Biología 2016* Guayaquil, Ecuador: ESPOL, Facultad de Ciencias de la Vida. p. 32.

**Navarrete B., Cañarte, E., Chérrez, C., Velásquez, J., García, J., y Reyes, C.** (2018). Distribución de la especie invasiva *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en zonas urbanas y periurbanas de Portoviejo y Santa Ana en Manabí-Ecuador [Resumen]. In *XL Jornadas Nacionales de Biología 2016*. Guayaquil, Ecuador: ESPOL, Facultad de Ciencias de la Vida. p.173.

**Solórzano, R., Cañarte, E., Navarrete, B., Valarezo, O., y Párraga, J.** (2018). Diversidad de artrópodos en cultivares de café arábigo *Coffea arabica* L. en un sistema de semi-bosque en Paján, Manabí- Ecuador [Resumen]. In *XL Jornadas Nacionales de Biología 2016* Guayaquil, Ecuador: ESPOL, Facultad de Ciencias de la Vida. p. 49.

#### **c. Manuales, Plegable, Cartillas, etc.:**

Cobeña, G., **Cañarte, E.**, Mendoza, A., Cárdenas, F., y Guzmán, A. M. (2017). *Manual técnico del cultivo de camote*. Calceta, Ecuador: Editorial Humus. (Impreso en 2018).

**Cañarte, E.**, Peñaherrera-Colina, L., Navia, D., Vera, D., Macas, L., Paz, L., Duchicela, J., Allauca, J., Masache, V., Valverde, M., y Garcés-Carrera, S. (2018). **Catálogo** de Organismos Asociados a Especies Agrícolas en la Provincia de Galápagos, Ecuador. Publicación

miscelánea 446. Comité Editorial Estación Experimental Litoral Sur (listo para su publicación desde INIAP-Galápagos).

Vera, D., **Cañarte, E.**, Cevallos, V., y **Navarrete, B.** (2018). Monitoreo y alternativas de manejo de enfermedades vasculares e insectos barrenadores asociados a teca (*Tectona grandis*) en el Litoral ecuatoriano. **Manual** 55 p. (Para última revisión del grupo, antes de envío a Comité de Publicaciones del INIAP).

Vera, D., **Cañarte, E.**, **Navarrete, B.**, Solis, K., **Solórzano, R.**, Peñaherrera, S., Terrero, P., Borja, E., y **Muñoz, X.** (2018). Etiología de la principal enfermedad de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión". **Plegable N° 440**. INIAP Estación Experimental Portoviejo, Estación Experimental Tropical Pichilingue (Publicado).

**Cañarte, E.**, **Navarrete, B.**, y **Solórzano, R.** (2018). Reconozca y controle a los principales insectos-plaga del maíz. **Cartilla**. INIAP, Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador. (Reimpresión).

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

### a. Eventos científicos:

**Cañarte, E.**, **Navarrete, B.**, **Solórzano, R.**, Mendoza, A., Cornejo, J., Álvarez-Quinto, R., Lockhart, B., y Quito-Avila, D. (2018). Monitoring the spread of Maize chlorotic mottle virus and Sugarcane mosaic virus under high disease pressure in Ecuador. *11th International Congress of Plant Pathology. 29 de julio al 03 de agosto de 2018*. Boston, Massachusetts, U.S.A.

Montero, S., **Cañarte, E.**, y Sánchez, P. (2018). Biología floral del cacao y diversidad de insectos polinizadores en tres sustratos alimenticios en Manabí-Ecuador. *VII evento Internacional La Universidad en el Siglo XXI. 15 y 16 de noviembre de 2018*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL).

Montero, S., **Cañarte, E.**, Camacho, J., Sánchez, P., y **Solórzano, R.** (2018). Polinizadores de la familia Ceratopogonidae en cacao fino y su relación con sustratos alimenticios, Manabí-Ecuador. Universidad del Zulia, Maracaibo-Venezuela.

### b. Eventos Técnicos: Beneficiarios de la capacitación otorgada por investigadores del DNPV-Entomología de la EEP. 2018:

**Cañarte, E.**, y **Solórzano, R.** Taller teórico-práctico sobre Manejo Integrado de Plagas en cultivos de importancia económica. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador. **06/02/2018** (21 estudiantes de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-ULEAM, Ext. Chone).

**Navarrete, B.** Taller práctico de capacitación sobre Manejo técnico del cultivo de maracuyá: Charla Técnica “Manejo Integrado de Plagas de Maracuyá”. Chiguilpe, Valle Hermoso, Santo Domingo de los Tsáchila-Ecuador. **07/02/2018**. (30 técnicos y 10 productores de maracuyá).

**Cañarte, E.** Taller de capacitación a productores de maíz y maní ubicados en los Florones: Charla técnica “Manejo Integrado de los Principales Insectos-Plaga del Maíz y Maní”. Los Florones, Portoviejo, Manabí-Ecuador. **07/03/2018** (15 productores de maíz y maní).

**Navarrete, B.** Evento Manejo técnico de los cultivos de cítricos en Manabí: Charla técnica “Problemática fitosanitaria de los cítricos y alternativa de manejo” Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador. **25/04/2018** (39 técnicos del MAG, productores, MCEI y Proecuador).

**Cañarte, E.** Taller Investigación participativa aplicada al mejoramiento de la productividad del café robusta. (REDUCAFE). Charla técnica “Manejo Integrado de Plagas en Café Robusta”. Calceta, Manabí-Ecuador. ESPAM-MFL, Bolívar, Manabí-Ecuador. **07/05/2018** (24 profesores de universidades del país, cuatro técnicos del INIAP y dos de empresa privada).

**Cañarte, E., y Navarrete, B.** Taller teórico práctico sobre capacitación al equipo de investigación INIAP-Galápagos sobre las actividades del proyecto *Spodoptera*: “Caracterización genética de las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* en maíz y arroz”. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador. **09/05/2018** (dos técnicos del INIAP-Galápagos).

**Cañarte, E. Navarrete, B., y Solórzano, R.** Seminario teórico-práctico sobre plagas en cultivos de importancia económica: “Reconocimiento y alternativas de manejo de las principales plagas en cultivos de importancia económica del Litoral ecuatoriano”. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador. **04/06/2018** (30 estudiantes y dos profesores del IV Semestre de Agropecuaria de la ULEAM Extensión Chone).

**Cañarte, E.** Seminario teórico práctico Manejo Integrado del Cultivo de Palma de coco. Charla técnica “Reconocimiento y Manejo de problemas fitosanitarios en plantaciones de palma de coco”. Cojimies, Pedernales-Manabí. **06/06/2018** (58 participantes: 12 MAG, 2 AGROCALIDAD, 25 ULEAM, 6 GAD-Pedernales, 13 Productores).

**Navarrete, B.** Réplica de conocimiento “El psílido Asiático de los cítricos *Diaphorina citri*: Daños, Biología y Manejo”. **08/06/2018** (35 técnicos del INIAP).

**Navarrete, B.** Charla técnica “Manejo Integrado de los Principales Insectos-Plaga del Maíz”. Organizado por el GAD-Santa Ana y el NT/C de



INIAP. El Desquite, La Unión, Santa Ana, Manabí-Ecuador.  
**15/06/2018** (22 productores de maíz).

**Cañarte, E.** Replica de conocimiento “Bioecología de ácaros”: Tema 1. Herbívoros manipulan las defensas de las plantas?; Tema 2. Ácaros depredadores; Tema 3. Bioecología de ácaros en piñón; Tema 4. El fenómeno de la resistencia a plaguicidas. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador. **13/07/2018**. (57 asistentes entre Técnicos de la EEP, profesores de la ESPAM, profesores y estudiantes de la ULEAM-Manta).

**Cañarte, E.** Seminario Teórico-práctico “Manejo Agroecológico del cacao”: Tema 1. Introducción a la Entomología; Tema 2. Manejo agroecológico del cacao: rol de los polinizadores en la producción. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador. **20/07/2018** (38 estudiantes del sexto semestre de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la ESPAM-MFL).

**Cañarte, E.** Replica de conocimiento “Bioecología de ácaros”: Tema 1. Herbívoros manipulan las defensas de las plantas?; Tema 2. Ácaros depredadores; Tema 3. Bioecología de ácaros en piñón; Tema 4. El fenómeno de la resistencia a plaguicidas. Estación Experimental Santo Domingo, La Concordia, Santo Domingo de los Tsáchilas-Ecuador. **25/07/2018**. (74 personas, distribuidas en 15 técnicos de la EESD, 2 técnicos del MAG-Santo Domingo, 51 estudiantes y 6 profesores del Instituto Técnico Superior Calasacón-ITSC).

**Cañarte, E.** Seminario Teórico práctico “Evento “Interacciones entre organismos”. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador. **30/07/2018** (26 estudiantes del tercer semestre de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la ESPAM-MFL).

**Cañarte, E., Navarrete, B., Solórzano, R., y Pinargote, A.** Curso Teórico-práctico formación de productores de semilla certificada de híbridos de maíz. Primer llamado “Tratamiento de semilla de maíz” **02/08/2018**; segundo llamado “Conceptualización del Manejo Integrado de Plagas y “Reconocimiento y Manejo de Artrópodos de Importancia Económica en Maíz” **05/09/2018**. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador (23 asistentes entre técnicos de empresas privadas, productores).

**Cañarte, E.** Curso Teórico-práctico Manejo Técnico de los Cultivos de Cítricos y Maracuyá: Tema 1. “Reconocimiento y Manejo de Artrópodos-Plaga en Cítricos”; Tema 2. “Reconocimiento y Manejo de Artrópodos-Plaga en Maracuya”. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador. **12-13/09/2018**. (10 Técnicos del Departamento Nacional de Producción del INIAP).

**Cañarte, E.** Curso Teórico-práctico Identificación y manejo de plagas y enfermedades en cítricos: Charla técnica “Reconocimiento y Manejo

de Artrópodos-Plaga en Cítricos”. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador. **19/09/2018** (30 técnicos extensionistas del MAG Manabí).

**Cañarte, E.** Curso sobre el manejo integrado del cultivo de maíz. Charla técnica Conceptualización y Manejo Integrado de Plagas de Importancia Económica en Maíz. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Los Ríos-Ecuador. **16/10/2018 y 07/11/2018.** (70 técnicos del MAG).

**Cañarte, E., y Solórzano, R.** Curso Producción de semilla certificada de híbridos de maíz para técnicos MAG. Charla técnica “Conceptualización y Manejo Integrado de Plagas de Importancia Económica en Maíz”. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador”. **02/10/2018** (30 técnicos del MAG-Manabí).

**Cañarte, E.** Curso de capacitación a técnicos del Departamento de Producción del INIAP. Charla técnica “Artropofauna asociada a sistemas de producción de cacao y ¿su manejo?”. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Los Ríos-Ecuador. **10/10/2018** (10 técnicos del INIAP).

**Cañarte, E.** Curso manejo técnico del cultivo de maracuyá. Charla técnica “Reconocimiento y manejo de artrópodos-plaga en maracuyá”. Estación Experimental Santo Domingo, La Concordia-Ecuador. **16/10/2018.** (60 técnicos del MAG, AGROCALIDAD, productores).

**Cañarte, E.** Charla técnica “Interacción Gualpa-Anillo Rojo, reconocimiento y manejo del complejo en palma aceitera”. Estación Experimental Santo Domingo, La Concordia-Santo Domingo de los Tsáchilas-Ecuador. **17/10/2018.** (Técnicos del MAG, AGROCALIDAD, INIAP).

**Navarrete, B., Solórzano, R., y Pinargote, A.** Curso teórico-práctico “Identificación y manejo de plagas y enfermedades en cítricos”. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador”. **07/11/2018** (30 Técnicos de AGROCALIDAD).

**Navarrete, B., y Solórzano, R.** Día de campo Difusión de híbrido de maíz INIAP H 603. San Antonio de Chone. **22/11/2018** (100 agricultores).

**Navarrete, B.** Charla sobre manejo de plagas en maíz **23/11/2018** (5 técnicos productores de semilla de maíz).

**c. Capacitación recibida de los investigadores del DNPV-Entomología de la EEP. 2018**

**Internacional:**

**Cañarte, E.** Directrices hacia la sostenibilidad de los resultados de la Cooperación Sur-Sur Trilateral en América Latina y Haití: cadena de valor del algodón. Santiago de Chile, Chile-FAO. **12-14/03/18.**

**Cañarte, E., Solórzano, R., Zambrano, E., y Sotelo, R.** Gira de observación para intercambio de experiencias en día de campo del algodónero. Piura, Perú-FAO. **11-17/11/2018.**

**Nacional:**

**Navarrete, B.** Curso sobre Kit de herramientas de registro de plaguicidas. Food and Agriculture Organization FAO. On-line **22/02/2018.**

**Navarrete, B.** Secretaria de Educación Ciencia y Tecnología. Capacitación sobre proyectos INEDITA, Seminario en línea. **20/03/2018.**

**Cañarte, E., Navarrete, B. y Sotelo, R.** Áreas de conservación de la Agrobiodiversidad en el Ecuador y la implementación en la Ley de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable. Charla Magistral, Estación Experimental Portoviejo-Manabí. Presencial. **04/04/2018.**

**Navarrete, B.** Cultivating Good Water Program: methodologies for the integral and sustainable production of goods and services for the countries of Latin America and the Caribbean. 40 horas. Curso On-linea. **08/4/2018.**

**Navarrete, B.** How to Become an Author: Effective Communication and Publication Strategies. Seminario On-line. Springer **25/04/2018.**

**Cañarte, E., Navarrete, B., y Solórzano, R.** Secretaria de Educación Ciencia y Tecnología. Capacitación sobre proyectos INEDITA, Charla Informativa, Estación Experimental Portoviejo-Manabí. Presencial. **08/05/2018.**

**Solórzano, R.** Participación en el evento "Investigación participativa aplicada al mejoramiento de la productividad del café robusta", organizado por la Red de Investigación y Desarrollo Cafetalero del Ecuador (REDUCAFE). ESPAM-MFL. Bolívar-Manabí. Presencial. **07-11/05/2018.**

**Sotelo, R.** Curso de capacitación de procesos administrativos. Representación FAO-Ecuador. Presencial. **11/05/2018.**

**Navarrete, B.** Redes de interacción planta-insectos polinizadores en paisaje heterogéneos de Mata Atlántica. FAO, charla Magistral en Línea. **29/05/2018.**

**Cañarte, E., Navarrete, B., y Solórzano, R.** Taller Institucional de Servicio y Atención al Cliente. Estación Experimental Portoviejo, Portoviejo-Manabí. **18/06/2018.**

**Cañarte, E., Navarrete, B., Solórzano, R., y Sotelo, R.** "Procesos de mejoramiento genético en maíz (*Zea mays*)" y "Valoración del

mejoramiento genético participativo in situ en poblaciones de maíz (*Zea mays*) criollo”. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí, charla Magistral. **22/06/2018**.

**Navarrete, B., y Sotelo, R.** Food and Agriculture Organization (2018). Curso Estrategias de Fortalecimiento del sector algodonero para el desarrollo de la agricultura familiar. 100 horas. FAO. Modalidad en línea. **28/06/2018**.

**Cañarte, E., Navarrete, B., Solórzano, R., y Sotelo, R.** Curso Tecnologías para la producción sostenible de algodón. FAO +Algodón. Portoviejo-Manabí. Presencial. **28-29/06/2018**.

**Cañarte, E., Navarrete, B., y Solórzano, R.** "Fitomejoramiento". Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí, charla Magistral. Presencial. **12/07/2018**.

**Cañarte, E., Navarrete, B., y Solórzano, R.** Capacitación en estadística (uso de R). Estación Experimental Portoviejo, Portoviejo-Manabí. Presencial. **02 y 03/08/2018**.

**Navarrete, B.** Curso de Buenas Prácticas Agrícolas y Apícolas para la salud de los Polinizadores. Croplife Modalidad en línea. **12/08/2018**.

**Solórzano, R., y Sotelo, R.** “Capacitación de técnicas de aislamiento, producción, conservación y cobertura de semilla a base de *Trichoderma* sp.” Estación Experimental Santa Catalina. Pichincha-Ecuador. Presencial. **13-17/08/2018**.

**Navarrete, B.** Genética de Poblaciones Evolución de los Geminivirus. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí, Charla Magistral, Presencial. **31/08/2018**.

**Navarrete, B.** OIRSA. Curso Manejo Integrado del Huanglongbing (HLB) de los cítricos en la región del OIRSA, Modalidad en línea. **14/10/2018**.

**Solórzano, R. y Sotelo, R.** Curso internacional sobre “Asistencia Técnica y Extensión Rural”. FAO Guayaquil-Guayas. Presencial. **22-26/10/2018**.

**Cañarte, E., Navarrete, B., y Muñoz, X.** Taller de socialización Proyecto Etiología de la principal enfermedad de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión. EE Pichilingue, Quevedo, Los Ríos. Presencial. **25/10/2018**.

**Sotelo, R.** Curso de autoaprendizaje FAO. “Cambio climático y seguridad alimentaria”. On-line. **01-02/11/2018**.

**Sotelo, R.** Curso de autoaprendizaje FAO “El inventario nacional de gases de efecto invernadero para la agricultura”, On-line. **3-5/12/2018**.

**Navarrete, B.** Estudio de diversidad genética y selección de palma aceitera. Introducción y manejo amigable del software GENES. Charla Magistral, Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí. Presencial. **19/11/2018.**

**d. Revisor de Revistas Indexadas. 2018:**

**Cañarte, E.** Neotropical Entomology. USA (1 revisión).

**Navarrete, B.** Revisión de artículo para Revista La Granja. Ecuador (1 revisión)

**Navarrete, B.** Designación como Miembro del Comité de Revisores Internacionales Revista La Granja.

**Navarrete, B.** Designación equipo de pares externos evaluadores de Colección SciELO-Ecuador.

**e. Miembro de Comité Científico de Congresos:**

**Cañarte, E.** Primer Congreso de Control Biológico, realizado en Quito, Ecuador del **4 al 6 de octubre de 2018.**

**Cañarte, E.** Primer Congreso Internacional "Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía ecuatoriana": V Foro Agroforestal, Feria Tecnológica y Emprendimientos. Estación Experimental Central Amazónica, INIAP. **21-23 de noviembre de 2018.**

**f. Participación en reuniones técnicas/científicas:**

**Cañarte, E. y Navarrete, B.** Asistir a reunión de trabajo para analizar "Estudio hidrotérmico para mango fresco". Estación Experimental Litoral Sur. Guayas-Ecuador. **15-01-2018.**

**Cañarte, E. y Zambrano, E.** Reunión para acordar acciones para importación de semilla de algodón desde EMBRAPA-Brasil. **17-01-2018.** (Skype).

**Cañarte, E.** Reunión para tratar publicación de artículo científico. Universidad de Michigan State. **18-01-2018.** (Skype).

**Cañarte, E.** Revisión POA-Galápagos. **18-01-2018** (Skype).

**Cañarte, E., y Navarrete, B.** Planificación actividades del Proyecto "Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda*" en maíz y arroz. **23-01-2018.** (Skype).

**Cañarte, E.** Reunión proyecto FAO-algodón. **24-01-2018.** (Skype).

**Cañarte, E.** Reunión de trabajo para revisión y aprobación del POA del proyecto “Fortalecimiento del sector algodonero en Ecuador por medio de la cooperación Sur-Sur para fomento de los sistemas de agricultura familiar” en el marco de la visita de la misión del equipo técnico de Brasil. FAO-Quito. **31-01-2018 al 03-02-2018.**

**Cañarte, E.** Reunión técnica y visita a las instalaciones de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP de la misión de Brasil. FAO-IBA-ABC-INIAP. Proyecto +Algodón-Ecuador. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí-Ecuador. **05-02-2018.**

**Cañarte, E.** Reunión para emitir criterios científicos en la toma de decisiones sobre la investigación de tesis doctoral “Contribución al manejo de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) en el cultivo de maíz *Zea mays* (L) en la provincia de Manabí, Ecuador”. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-ULEAM. Manta, Manabí-Ecuador. **22-02-2018.**

**Navarrete, B.** Reunión de Trabajo del equipo PC, para estructurar propuesta de proyecto PC en formato Senplades. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Los Ríos-Ecuador. **07-09/03/18.**

**Navarrete, B.** Participación en Comité Técnico ampliado para revisar “Catálogo de organismos asociados a especies agrícolas de Galápagos”. Estación Experimental Litoral Sur. Guayas. **12-03-2018.**

**Navarrete, B., y Solórzano, R.** Taller de “Orientaciones a la ejecución y justificación de la subvención de AECID” Proyecto “Etiología de la principal enfermedad de la teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. E.E. Tropical Pichilingue, Los Ríos-Ecuador. **16-03-2018.**

**Cañarte, E.** Reunión de trabajo para analizar protocolo de parcelas demostrativas de algodón. FAO. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí. **04-04-2018.**

**Cañarte, E.** Reunión para tratar colaboración del DNPV-Entomología hacia Galápagos Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí. **09-04-2018** (Skype).

**Cañarte, E. y Sotelo, R.** Participación en la Mesa de Concertación del Algodón y Textiles. Portoviejo, Manabí-Ecuador. **12-04-2018.**

**Cañarte, E. y Zambrano, E.** Visita a plantaciones de cocotero *Cocos nucifera* L. (Arecaceae) con problemas fitosanitarios. Cojimíes, Pedernales-Manabí-Ecuador. **25-04-2018.**

**Cañarte, E., y Sotelo, R.** Participación en Reunión de trabajo con Coordinador Nacional del Proyecto +Algodón FAO. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí-Ecuador **07-05-2018.**

**Cañarte, E.** Participar en “Reunión de trabajo relacionada al proyecto PC”. Estación Experimental Tropical Pichilinge, Los Ríos-Ecuador. **15-16/05/2017.**

**Cañarte, E., Zambrano, E., y Lahuate, B.** Participar en reunión de trabajo para analizar la problemática del cocotero y coordinar acciones futuras para este cultivo. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí-Ecuador. **23-05-2018.**

**Cañarte, E., Navarrete, B., Solórzano, R.,** Mendoza, A., y Quito-Avila, D. (2018). Reunión científica para analizar información a ser presentada en *11th International Congress of Plant Pathology. 29 de julio al 03 de agosto de 2018.* Boston, Massachusetts, U.S.A. Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí-Ecuador **28-07-2018.**

**g. Participación en otras actividades técnico-científicas:**

**Cañarte, E.** Participación en reuniones de Comité Técnico. Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí-Ecuador.

**Cañarte, E., y Navarrete, B.** Participación de reuniones de Comité de Publicaciones. Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí-Ecuador.

**Navarrete, B.** Participación en 30 reuniones de Comité Técnico. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí-Ecuador.

**h. Designaciones**

**Cañarte, E.** Designación como Miembro del Comité Técnico e implementación del Proyecto "Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por Medio de la Cooperación Sur - Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar" Designación del Ministro de Agricultura Rubén Ernesto Flores Agreda, mediante Oficio Nro. MAG-MAG-2018-0042-OF, Quito, D.M., 11 de enero de 2018.

**Cañarte, E.** Designación como miembro del Equipo multidisciplinario para desarrollar e implementar alternativas de asistencia ante el problema que afecta a la palma de coco en la zona de Pedernales. Designación del Director Ejecutivo mediante Memorando Nro. INIAP-INIAP-2018-0104-MEM de fecha 21 de mayo de 2018.

**10. Propuestas presentadas:**

**Propuesta 1.**

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

**Tipo propuesta:** proyecto

**Fondos o Convocatoria:** FAO proyecto de Cooperación Sur-Sur trilateral GCP/RLA/199/BRA.

**Fecha presentación:** febrero/2018

**Responsable:** Dr. Ernesto Cañarte Bermúdez

**Equipo multidisciplinario:**

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP)

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología EEP)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico contratado FAO)

Ing. Ramón Solórzano (Entomología EEP)

Ing. Antonio Pinargote (Entomología EEP)

Ing. Geover Peña (DENAREF-EEP)

Dr. César Tapia (DENAREF-EESC)

Dr. Álvaro Monteros (DENAREF-EESC)

Mg. Wilmer Ponce (Laboratorio de Bromatología EEP)

Mg. Benny Avellán (Transferencia EEP)

Ing. Jim Ochoa (Producción EEP)

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

M.Sc. Milton Vega (FAO)

Ing. Wimper Rodríguez (FAO-Pedro Cabo)

**Presupuesto:** 84.000 USD.

**Duración proyecto:** 36 meses

**Estado:** Aprobado y en ejecución

**Fecha probable inicio ejecución:** marzo/2018

## Propuesta 2.

**Título:** Etiología de la principal enfermedad de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión.

**Tipo propuesta:** proyecto

**Fondos o Convocatoria:** AECID-España, DCI/AL/2017/386-673

**Fecha presentación:** 2016

**Responsable:** Dr. Danilo Vera (EETP) y Dr. Ernesto Cañarte B. (EEP)

**Equipo multidisciplinario:**

Dr. Danilo Vera (Fitopatología EETP)

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP)

Dr. Karina Solís (Fitopatología EETP)

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología EEP)

Mg. Xavier Muñoz (Entomología EEP)

Ing. Ramón Solórzano (Entomología EEP)

Ing. Sofía Peñaherrera (Fitopatología EETP)

Ing. Pedro Terrero (Fitopatología EETP)

M.Sc. Edwin Borja (Fitopatología EETP)

Dr. Manuel González (Entomología INIA-España)

Dr. Antonieta De Cal y Cortina (Fitopatología INIA-España)

**Presupuesto:** 302.855 USD.

**Duración proyecto:** 24 meses

**Estado:** Aprobado y en ejecución

**Fecha probable inicio ejecución:** 22/05/2018



### Propuesta 3.

**Título:** Proyecto para el desarrollo y fortalecimiento institucional en el control y manejo de las enfermedades letales de palma aceitera en Ecuador.

**Tipo propuesta:** proyecto

**Fondos o Convocatoria:** SENPLADES, SENESCYT

**Fecha presentación:** 2018

**Responsable:** Dr. Julio Cesar Delgado Arce

**Equipo multidisciplinario:**

Dr. Digner Ortega (Genética EESD)

Mg. Mercedes Navarrete (Agronomía EESD)

Dr. Danilo Vera (Fitopatología EETP)

Dr. Karina Solís (Fitopatología EETP)

Ing. Sofía Peñaherrera (Fitopatología EETP)

M.Sc. Wuellins Durango (Suelos EETP)

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP)

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología EEP)

Ing. Ramón Solórzano (Entomología EEP)

M.Sc. Jimmy Pico (Fitopatología EECA)

Dr. Elisa Quiala (Biotecnología EELS)

**Presupuesto:** 2.334.906 USD.

**Duración proyecto:** 60 meses

**Estado:** negado

**Fecha probable inicio ejecución:**

### Propuesta 4.

**Título:** Uso de técnicas nucleares y agronómicas para desarrollar tecnologías que contribuyan a la intensificación sostenible de la producción de maíz.

**Tipo propuesta:** proyecto

**Fondos o Convocatoria:** INÉDITA-SENESCYT

**Fecha presentación:** 2018

**Responsable:** Dr. José Luis Zambrano (Director de Investigaciones)

**Equipo multidisciplinario:**

Dr. José Luis Zambrano (INIAP)

Dr. Mario Caviedes (USFQ)

M.Sc. Gabriela Albán (USFQ)

Dr. Raúl Jaramillo (IPNI)

Dr. Manuel Carrillo (EETP)

Dr. Ernesto Cañarte (EEP)

M.Sc. Carlos Yanez (EESC)

Dr. Yamil Cartagena (EESC)

Dr. José Ochoa (EESC)

**Presupuesto:** 200.000 USD.

**Duración proyecto:** 24 meses

**Estado:** negado

**Fecha probable inicio ejecución:**

### Propuesta 5.

**Título:** Polinizadores en sistemas de producción de cacao fino y su relación con diferentes sustratos en Manabí.

**Tipo propuesta:** proyecto

**Fondos o Convocatoria:** IX CONVOCATORIA DE PROYECTOS I+D+i / GI: Gestión ambiental, manejo de los recursos naturales y biodiversidad. SENESCYT.

**Fecha presentación:** 2018

**Responsable:** M.Sc. Silvia Lorena Montero Cedeño

**Equipo multidisciplinario:**

M.Sc. Silvia Montero (ESPAM-MFL)

Q.F. Patricio Noles (ESPAM-MFL)

M.Sc. Flor María Cárdenas (ESPAM-MFL)

Mg. Ana María Aveiga (ESPAM-MFL)

Mg. María Fernanda Pincay (ESPAM-MFL)

Ing. Geoconda López (ESPAM-MFL)

Dr. Ernesto Cañarte (EEP)

M.Sc. Bernardo Navarrete (EEP)

Ing. Ramón Solórzano (EEP)

**Presupuesto:** 20.000 USD.

**Duración proyecto:** 24 meses

**Estado:** presentado

**Fecha probable inicio ejecución:**

### Propuesta 6.

**Título:** Control biológico de royas en cultivos agrícolas y forestales del Ecuador.

**Tipo propuesta:** Nota conceptual

**Fondos o Convocatoria:** por definir

**Fecha presentación:** por definir previo a la aprobación EEP

**Responsable:** Ernesto Cañarte Ph.D.-Entomología/Director del Proyecto/INIAP-EEP

**Equipo multidisciplinario:**

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología/INIAP-EEP)

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología/Co-Director/INIAP-EEP)

Ing. Ramón Solórzano (Entomología/INIAP-EEP)

Ing. Alma Mendoza (Fitopatología/INIAP-EEP)

Dr. Danilo Vera (Fitopatología-Epidemiología/INIAP-EETP)

Ing. Jimmy Pico (Fitopatología/INIAP-EECA)

M.Sc. Marilú Valverde (INIAP/Galápagos)

Ing. Joanna Allauca (INIAP/Galápagos)

Dr. Antonio León Reyes (Microbiología/USFQ)

Dr. Daniel Carrillo (Universidad de Florida)

**Presupuesto:** 150.000 USD.

**Duración proyecto:** 24 meses

**Estado:** Aprobado por Comité Técnico de la EEP

**Fecha probable inicio ejecución:**

## Propuesta 7.

**Título:** Proyecto de investigación sobre enfermedades letales de palma aceitera en Ecuador.

**Tipo propuesta:** proyecto

**Fondos o Convocatoria:** MAG

**Fecha presentación:** Diciembre de 2018

**Responsable:** Dr. Julio Cesar Delgado Arce

**Equipo multidisciplinario:**

Dr. Digner Ortega (Genética EESD)

Mg. Mercedes Navarrete (Agronomía EESD)

Dr. Danilo Vera (Fitopatología EETP)

Dr. Karina Solís (Fitopatología EETP)

Ing. Sofía Peñaherrera (Fitopatología EETP)

M.Sc. Wuellins Durango (Suelos EETP)

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP)

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología EEP)

Ing. Ramón Solórzano (Entomología EEP)

Ing. Jimmy Pico (Fitopatología EECA)

Dr. Elisa Quiala (Biotecnología EELS)

**Presupuesto:** 363.200 USD.

**Duración proyecto:** 24 meses

**Estado:** presentado

**Fecha probable inicio ejecución:**

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

### Proyecto 1. “Estudio del complejo vectores-virus en maíz”

**Responsable:** Dr. Ernesto Cañarte

**Colaboradores:**

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología EEP)

Ing. Ramón Solórzano (Entomología EEP)

Ing. Alma Mendoza (Fitopatología EEP)

Dr. Diego Quito (ESPOL)

M.Sc. Robert Alvarez (ESPOL)

Ing. Juan Cornejo (ESPOL)

### Antecedentes

La producción de maíz *Zea mays*, se ve afectada entre otros factores, por la alta incidencia y severidad de problemas fitosanitarios, sean insectos, virus u hongos, que afectan diversos órganos de la planta durante su ciclo de desarrollo (INIAP, 2015). Según Valarezo et al. (2016), entre los principales insectos-plaga que lo afectan, se pueden mencionar a insectos rizófagos, trozadores, defoliadores, perforadores y vectores de enfermedades virales, destacándose a las chicharritas *Dalbulus maidis* y *Peregrinus maidis*, reportadas como importantes vectores del complejo “cinta roja” en

maíz. No obstante, literatura reciente, reporta la ocurrencia en maíz, de otras especies de insectos-vectores como crisomélidos, trips y pulgones, reportados como transmisores de virus.

Con relación al complejo de enfermedades virales transmitidas por insectos, desde finales del año 2014, en el valle del Río Portoviejo, se observó el incremento paulatino de una sintomatología posiblemente asociada a enfermedades de origen viral, que provoca síntomas como mosaicos, rayado, necrosamiento y muerte prematura de las plantas, alcanzando una incidencia de hasta un 96,65% de plantas afectadas (INIAP, 2015).

Quito et al. (2016), confirman la ocurrencia de una diversidad de síntomas presentes en maíz, tales como clorosis, mosaicos y en casos más severos necrosis. A partir de los análisis moleculares, se determinó la presencia del Virus del Mosaico de la Caña de Azúcar (SCMV) y Virus Moteado Clorótico del Maíz (MCMV), dos componentes de la necrosis letal del maíz. Estos mismos autores, sostienen que en muestreos realizados en el 2015, en las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas, que corresponden a las tres principales zonas productoras de maíz del Litoral ecuatoriano, se confirmó, que los dos virus estaban presentes en forma significativa, observando incluso infecciones mixtas, asociadas con síntomas severos que pueden terminar en la muerte temprana de la planta.

Finalmente, otro componente importante a considerar en el manejo integrado de estos problemas fitosanitarios, debe ser la resistencia genética (Álvarez, 2015), como una vía más duradera e inocua en manejo de plagas económicamente importantes en el maíz (Craig et al., 2000). Sin embargo, deberá considerarse que la expresión de resistencia de un híbrido o variedad mejorada, puede no manifestarse bajo condiciones adversas de medio ambiente (Rojas y Patiño, 2001).

Con estos antecedentes, surge la necesidad de generar conocimiento sobre la bioecología de los principales insectos vectores asociados al cultivo de maíz y su relación con la presencia de enfermedades virales en esta gramínea. En este contexto, El DNPV-Entomología de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, planteó la ejecución del presente estudio que tiene como objetivos:

### **Objetivo general**

Generar conocimiento sobre el complejo vectores-virus en el cultivo de maíz

### **Objetivos específicos**

Establecer la dinámica temporal de las principales especies de insectos vectores asociados al cultivo de maíz y sus controladores naturales en Lodana-Manabí.

Determinar la estacionalidad de las principales especies de insectos vectores asociados al cultivo de maíz en Lodana-Manabí.

Correlacionar las condiciones climáticas con la dinámica temporal de las principales especies de insectos vectores asociados al cultivo de maíz en Lodana-Manabí.

Evaluar la eficacia de la combinación de varias alternativas MIP en el control de insectos vectores de virus en Lodana-Manabí.

Realizar una estimación económica del programa MIP.

### **Metodología**

El protocolo del “Estudio del complejo vectores-virus 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 del Comité Técnico N° 11-2017, de fecha 01 de febrero de 2017 y Acta de Aprobación N° 01 de fecha 03 de marzo de 2017.

### **Actividad 1.1. Identificación y comportamiento de insectos vectores en varias localidades productoras de maíz en Manabí**

#### **Ubicación**

Este estudio se lo realizó durante el periodo seco, en campo de productor en una plantación de maíz H-603, de aproximadamente 35 días de edad, en la localidad El Horcón del cantón Rocafuerte-Manabí.

#### **Procedimiento**

El estudio tuvo como objetivo validar la diagnosis de la presencia de virus asociados a la necrosis letal en maíz, que están afectando severamente la producción de esta gramínea. Para esto se identificó en la plantación dos categorías de plantas con los siguientes síntomas: una categoría correspondió a plantas vigorosas sin presencia de rayados cloróticos en sus hojas terminales y la otra categoría correspondió a plantas con presencia de rayado y moteado en hojas jóvenes. De cada categoría se escogieron 25 muestras (plantas), en cada una se tomó una sección de hoja de la parte apical de la última hoja totalmente desarrollada, misma que fue guardada en una funda con su respectiva identificación, para su posterior envío a los laboratorios del CIBE-ESPOL, para el análisis serológico de la presencia del Virus del Mosaico de la Caña de Azúcar (SCMV) y Virus Moteado Clorótico del Maíz (MCMV), dos componentes de la necrosis letal del maíz, utilizando la prueba de ELISA (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay).

#### **Resultados**

Al analizar las muestras mediante la prueba de Elisa, se encontró que el 100% de las muestras seleccionadas como plantas sanas, efectivamente dieron negativo para los virus en estudio MCMV y SCMV, mientras que las plantas seleccionadas por su categoría con rayado y moteado clorótico en hojas jóvenes, dio positivo para SCMV en un 68%. No se detectó en las muestras presencia de MCMV (Tabla 1). Estos datos permitieron confirmar la ocurrencia de virus en campo de productores, aún en la baja presencia de insectos vectores.

Tabla 1. Prueba serológica mediante la técnica de ELISA, para la determinación de la presencia de los virus: Maize chlorotic mottle Virus (MCMV) y Sugarcane Mosaic Virus (SCMV) en plantación de maíz en la localidad de El Horcón, Rocafuerte-Manabí. 2018.

Observación n	Plantas con síntomas		Observación	Plantas sin síntomas	
	Valores de absorbancia para			Valores de absorbancia para	
	MCMV	SCMV		MCMV	SCMV
1	0,09	0,30*	1	0,07	0,15
2	0,09	0,65*	2	0,08	0,13
3	0,08	0,19	3	0,08	0,15
4	0,09	0,17	4	0,08	0,13
5	0,09	0,24	5	0,08	0,14
6	0,10	0,30*	6	0,08	0,15
7	0,09	0,63*	7	0,08	0,16
8	0,11	0,94*	8	0,08	0,20
9	0,10	0,28*	9	0,07	0,14
10	0,08	0,92*	10	0,09	0,14
11	0,09	0,13	11	0,08	0,14
12	0,08	0,14	12	0,08	0,13
13	0,08	0,89*	13	0,09	0,15
14	0,10	0,13	14	0,09	0,16
15	0,08	0,40*	15	0,08	0,15
16	0,09	0,35*	16	0,10	0,13
17	0,09	0,44*	17	0,08	0,15
18	0,12	0,48*	18	0,08	0,14
19	0,08	0,55*	19	0,08	0,13
20	0,10	0,55*	20	0,08	0,13
21	0,10	0,15	21	0,08	0,13
22	0,09	0,47*	22	0,08	0,19
23	0,09	0,92*	23	0,09	0,14
24	0,09	0,18	24	0,08	0,15
25	0,08	0,20	25	0,07	0,17
Corte	0,25	0,26		0,22	0,25
% ocurrencia	0,00	64,00		0,00	0,00

## Actividad 1.2. Dinámica temporal de las principales especies de insectos vectores asociados al cultivo de maíz en Lodana-Manabí

### Ubicación

Esta investigación se realizó de enero a diciembre de 2018, en el lote “Teodomira” de la Estación Experimental Portoviejo (EEP) del INIAP, situada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana-Manabí, localizada geográficamente a 01°09’51” de Latitud sur y 80°23’24” de Longitud oeste, a una altitud de 60 msnm.

### Características edafo-climáticas

Temperatura promedio	26,4 °C
Precipitación media anual	851,57 mm
Humedad relativa promedio	81%
Topografía	Plana
Tipo de suelo	Franco

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI (2011-2016). Estación Meteorológica La Teodomira (UTM), Lodana Santa Ana-Manabí.

### Procedimiento

Para el efecto se realizaron siembras continuas de maíz durante el 2018, cada 30 a 35 días, con la finalidad de brindar facilidades alimenticias a la diversidad de vectores asociados al cultivo de maíz. En cada fecha se establecieron parcelas de 224 m<sup>2</sup>, utilizando el híbrido de maíz INIAP H-603, con una población de 62.500 plantas/ha. Las prácticas de manejo agronómico se realizaron de acuerdo a las recomendaciones técnicas del INIAP. No se aplicó insecticidas al follaje, con la finalidad de no interferir con la ocurrencia de insectos vectores.

### Levantamiento de la información

#### Método del muestreo absoluto por planta

Para esto fueron etiquetadas aleatoriamente en cada parcela y ciclo de siembra, 25 plantas, a las cuales se les realizó el seguimiento de su desarrollo, presencia de insectos vectores, fauna auxiliar y rendimiento. En cada fecha se contaron todos los estados móviles de los insectos vectores presentes. Las evaluaciones se iniciaron a partir de los 8 días después de la siembra (dds) y continuaron con una frecuencia semanal, durante los 14, 21, 28 y 35 dds. En cada fecha se registró la siguiente información:

- Número de áfidos
- Número de Chrysomelidae
- Número de *Dalbulus maidis*
- Número de *Peregrinus maidis*
- Número de otras chicharritas
- Número de depredadores

Complementariamente, en cada planta marcada y fecha de evaluación, se determinó la incidencia de *Spodoptera frugiperda* según la escala visual de 0 a 9 (Davis, 1992). Los valores de las categorías se transformaron en porcentajes de incidencia, utilizando la fórmula de Townsend-Heuberger (Puntener, 1981).

$$\% I = \sum (nxv)/iN \times 100$$

Donde:

% I = Porcentaje de incidencia

n = número de plantas en cada categoría

$v$  = valor de la categoría  
 $i$  = valor de la categoría más alta  
 $N$  = número total de plantas evaluadas

### Planta completa

Para la evaluación de la presencia de los vectores trips y áfidos, aleatoriamente, en cada fecha, se escogieron y cortaron desde la base del tallo 25 plantas, que fueron colocados en fundas plásticas y etiquetadas, para ser llevadas al laboratorio de Entomología de la EEP, donde con ayuda de un estereomicroscopio se procedió a contabilizar la población de estas plagas por planta.

### Trampas amarillas pegantes

Una vez por semana y a partir de los 8 dds, se colocaron en cada parcela y ciclo, 25 trampas pegantes amarillas (3 x 5 pulgadas), colocadas aleatoriamente en el interior de las parcelas y a una altura graduable, en correspondencia con el crecimiento semanal del cultivo, usando como pegante aceite SAE 5W-40®. Veinticuatro horas después, las trampas fueron retiradas del campo y llevadas al laboratorio de Entomología de la EEP, donde se procedió a separar y contabilizar los insectos vectores presentes en cada trampa. Los vectores colectados, fueron conservados en alcohol 96%, para su identificación taxonómica en el laboratorio de Entomología.

### Incidencia de virosis en maíz

Para evaluar la incidencia de virosis en este experimento de dinámica, se siguió las recomendaciones establecidas por el CIMMYT (1985, 2005), para la recolección de datos de ensayos, donde se indica que se debe realizar el recuento de plantas afectadas. En cada unidad experimental se contabilizó el número de plantas enfermas, relacionado con el número total de plantas marcadas en la parcela, valores que posteriormente se transformó a porcentaje de incidencia.

### Severidad de virus

Para evaluar esta variable en cada una de las cinco plantas seleccionadas, se utilizó la siguiente escala arbitraria:

Grado	Síntomas
0	Planta aparentemente sana
1	Planta con presencia de rayado leve
2	Planta con presencia de moteado leve
3	Planta con presencia de rayado y moteado leve
4	Planta con presencia de rayado acentuado
5	Planta con presencia de moteado acentuado
6	Planta con presencia de rayado y moteado acentuado
7	Planta con enanismo

### Datos climáticos

Se registraron los datos climatológicos de febrero a noviembre 2018, utilizando la información de la estación meteorológica del INAMHI, situado en el Lote Teodomira-Lodana-Santa Ana, de la Universidad Técnica de Manabí. La información sirvió para establecer las correlaciones entre las poblaciones de vectores y los factores ambientales.

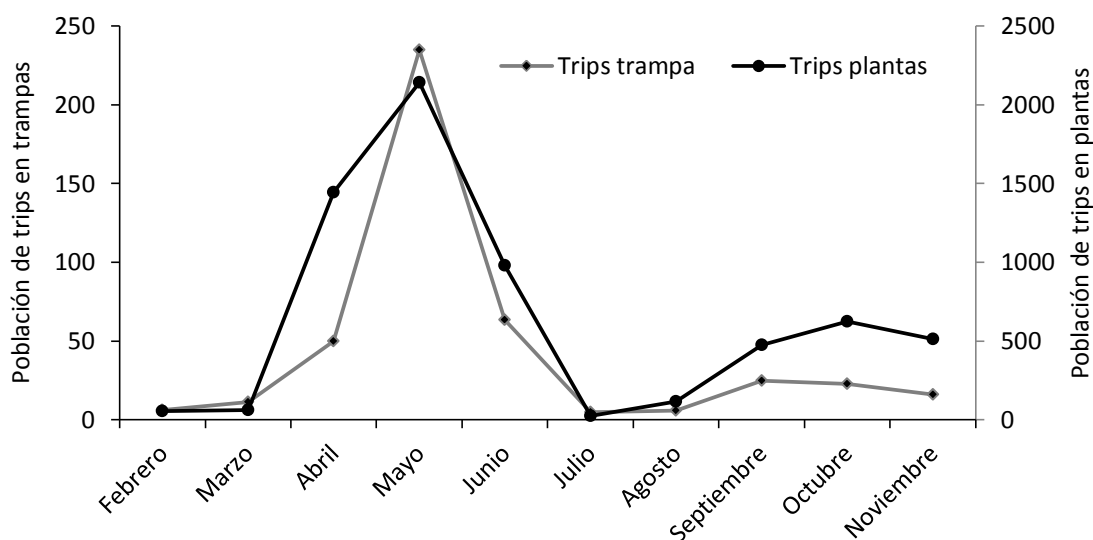


### Análisis estadístico

Considerando la naturaleza del estudio, se realizó un análisis de correlación (Pearson  $\alpha=0,05$ ) entre las variables biológicas (poblaciones de vectores y depredadores) y las variables climáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa y heliofanía). Cuando se detectó correlación estadística entre variables, se procedió al cálculo de la ecuación de la regresión lineal. Para estos análisis se empleó el Software estadístico InfoStat versión 1.0 (InfoStat, 2016).

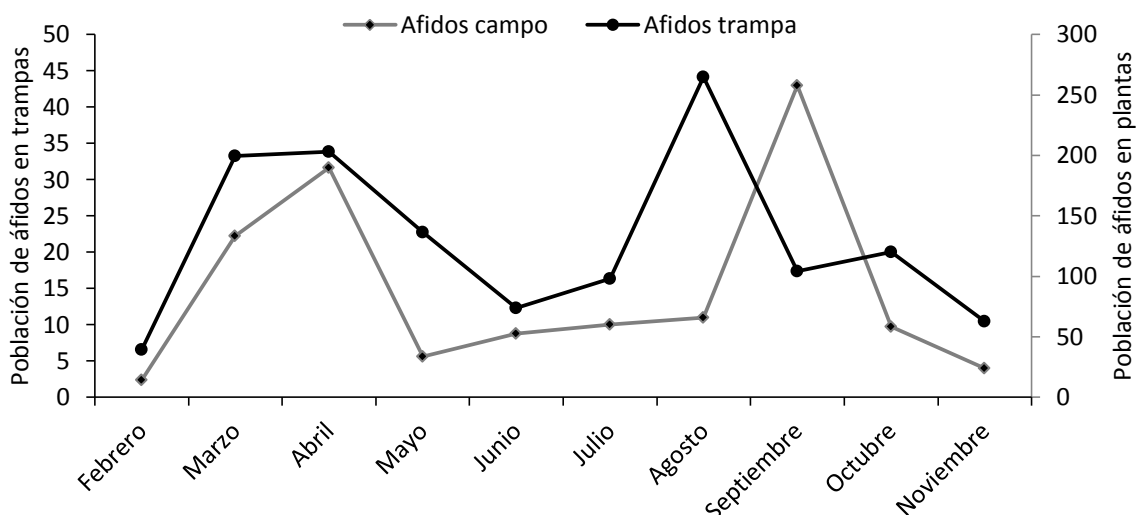
### Resultados

La fluctuación poblacional de los trips (*Frankliniella* spp.), insectos vectores de enfermedades virales, mantuvo un comportamiento diferente durante los meses de registro, sin embargo, se observó una tendencia general de incremento a partir del mes de abril y un declive a partir de julio. La Figura 1, muestra las poblaciones registradas en plantas (observación en laboratorio) y en trampas amarillas pegantes. Los dos métodos de evaluación reflejan curvas similares con picos poblacionales en el mes de mayo y poblaciones cercanas a cero en los meses de febrero, marzo, julio y agosto respectivamente. Esta tendencia es muy similar a la registrada durante el primer año de evaluación (2017).



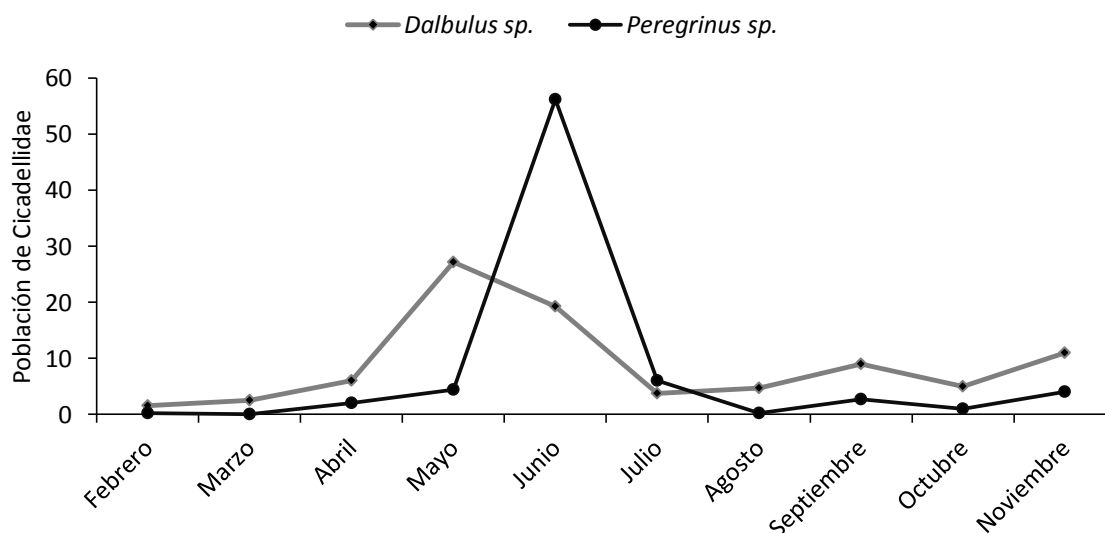
**Figura 1.** Población (promedio mensual en 25 plantas) de trips en trampas amarillas pegantes y plantas de maíz. Febrero-Noviembre de 2018. Teodomira-Santa Ana. 2018.

*Rophalosiphum maidis* (áfidos), otro vector importante presentó un evidente incremento durante la época lluviosa entre los meses de marzo a mayo, pero las poblaciones mayores se registraron en época seca en los meses de agosto y septiembre. Los valores más bajos se presentaron en los meses de febrero, junio, julio y noviembre respectivamente (Figura 2). De los dos métodos de evaluación utilizados durante esta investigación para el conteo de las poblaciones de estos vectores, con el uso de trampas pegantes amarillas se obtuvo mayores capturas, debido a la atracción que el color amarillo ejerce sobre este grupo de vectores.



**Figura 2.** Población (promedio mensual en 25 plantas) de áfidos en trampas amarillas pegantes y observación directa en plantas de maíz. Febrero-Noviembre de 2018. Teodomira-Santa Ana. 2018.

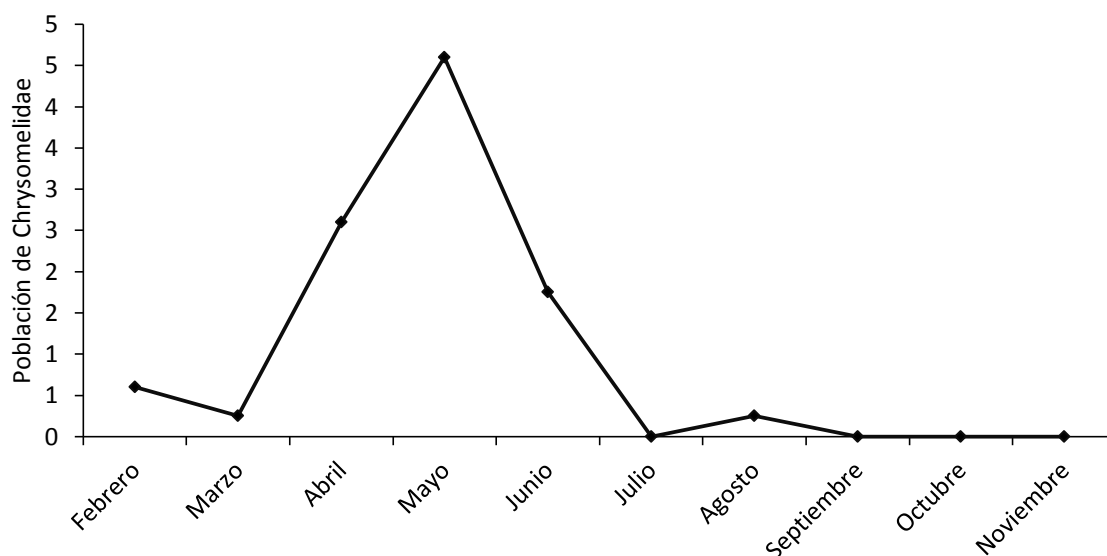
El grupo de saltahojas Hemiptera: Auchenorrhyncha, vectores de virus y fitoplasmas, representado por las especies *Dalbulus maidis* (Cicadellidae) y *Peregrinus maidis* (Delphacidae), se comportó de manera similar durante este ciclo de evaluación. Durante los tres primeros meses, los valores fueron próximos a cero, luego se registró un incremento con picos poblacionales en mayo para *D. maidis* y en junio para *P. maidis*, de allí en adelante se observó un declive poblacional en ambos organismos (Figura 3). Situación ya observada en el año 2018.



**Figura 3.** Población (promedio mensual en 25 plantas) de *Dalbulus maidis* y *Peregrinus maidis* en plantas de maíz. Febrero-Noviembre de 2018. Teodomira-Santa Ana. 2018.

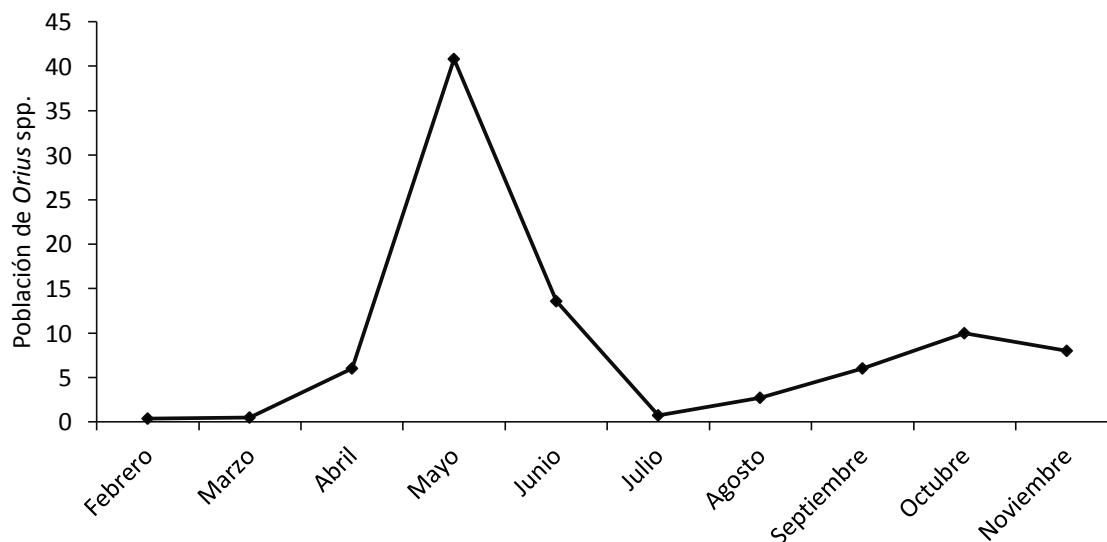
La familia Chrysomelidae fue el grupo de vectores de menor abundancia durante este 2018, su fluctuación se muestra en la Figura 4, donde se observa un incremento poblacional que empieza en abril y tiene su pico en mayo, a partir de julio las

poblaciones vuelven a bajar a niveles cercanos al cero, manteniéndose así por el resto del año.



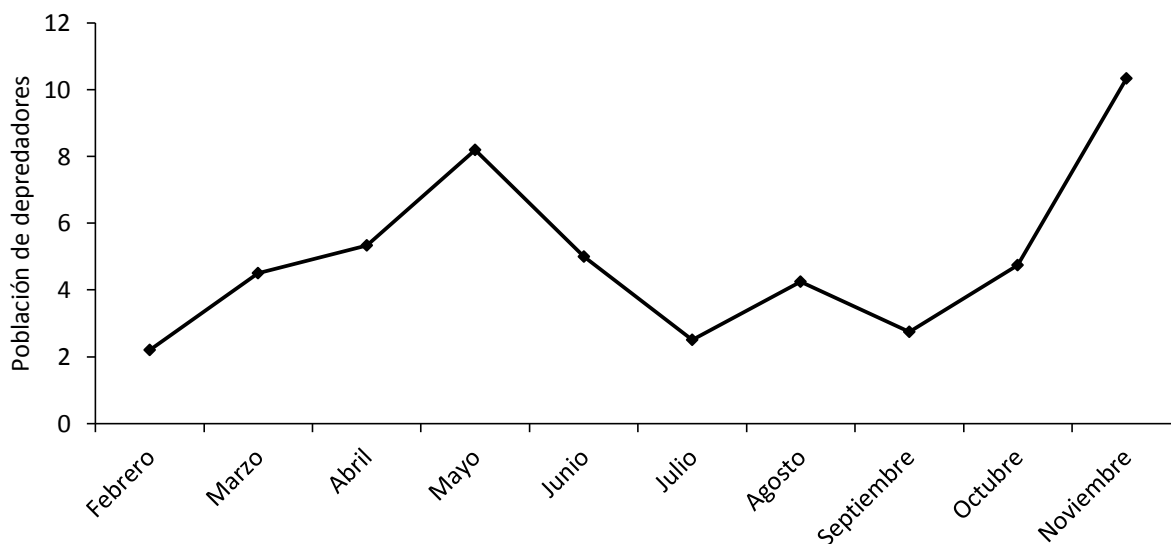
**Figura 4.** Población (promedio mensual en 25 plantas) de Chrysomelidae en plantas de maíz. Febrero-Noviembre de 2018. Teodomira-Santa Ana. 2018.

En las observaciones de plantas en laboratorio se detectó el chinche *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae), depredador de estados biológicos de trips, pulgones y otros insectos de cuerpo blando. Registrándose sus mayores poblaciones durante los meses de abril, mayo y junio, como se muestra en la Figura 5, cinscidente nuevamente con el comportamiento registrado en el 2017.



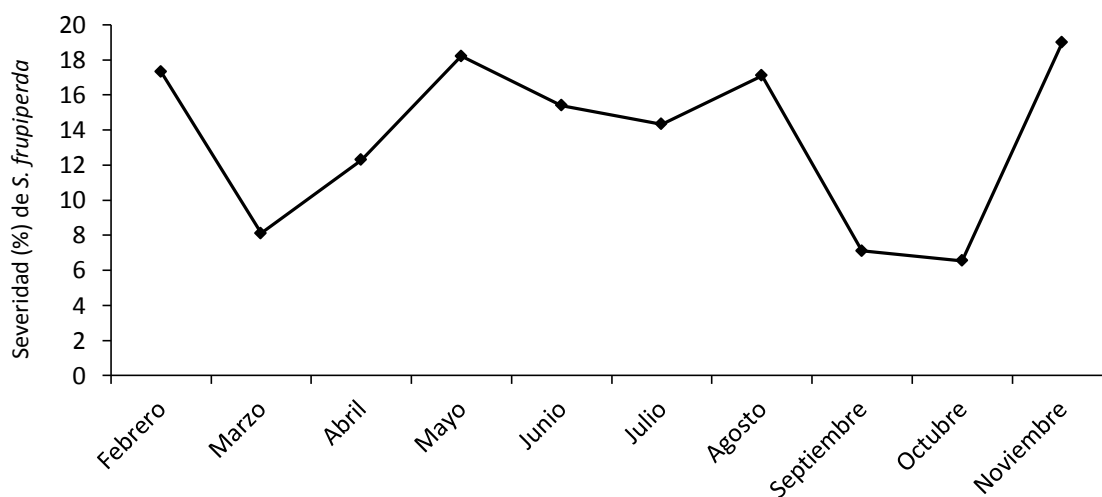
**Figura 5.** Población (promedio mensual en 25 plantas) de *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae), depredador de trips en plantas de maíz (observación de laboratorio) Febrero-Noviembre de 2018. Teodomira-Santa Ana. 2018.

Los depredadores observados en las plantas (campo), pertenecen a varios grupos de artrópodos, pudiéndose destacar a Coleoptera: Coccinellidae, Hemiptera: Reduviidae, Hemiptera: Anthocoridae, Diptera: Dolichopodidae y Neuroptera: Chrysopidae. Estos depredadores mostraron irregularidad en sus poblaciones durante el año, con dos picos definidos en los meses de mayo y noviembre (Figura 6). De manera general, las poblaciones de depredadores decrecieron este año en comparación con el 2017.



**Figura 6.** Población acumulada (promedio mensual en 25 plantas) de artrópodos depredadores. Febrero-Noviembre de 2018. Teodomira-Santa Ana. 2018.

El cogollero del maíz *S. frugiperda* tuvo porcentajes de daño en todos los meses de evaluación, sin embargo, las poblaciones fueron menores al 10% durante los meses de marzo, septiembre y octubre. En los otros meses el daño se mantuvo entre el 12 y 19% respectivamente (Figura 7). Este año los porcentajes de daño fueron menores que



el 2017.

**Figura 7.** Severidad (promedio mensual en 25 plantas) de *Spodoptera frugiperda* (escala de Davis) en plantas de maíz. Febrero-Noviembre de 2018. Teodomira-Santa Ana. 2018.

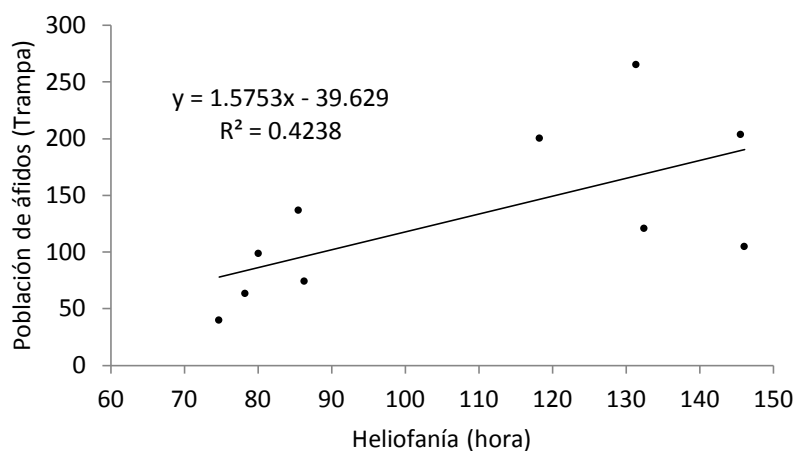
Los resultados de las correlaciones entre las variables climáticas como precipitación mensual, humedad relativa media, temperatura media, y heliofanía, con las

poblaciones de vectores de virus, cogollero del maíz y depredadores, se muestran en la Tabla 2. Las poblaciones de áfidos en las trampas y plantas fueron influenciadas positivamente por valores altos de heliofanía, contrario a esto se refleja una disminución de la severidad de *S. frugiperda*. La naturaleza de estas correlaciones se muestra en las ecuaciones de regresión lineal de las Figuras 8, 9 y 10. En ellos se observa que el 42,38% del aumento del número de áfidos en trampas y el 61,74% en plantas se explican de acuerdo al modelo lineal, al aumento de la heliofanía, siendo diferente la severidad de *S. frugiperda* que se vio negativamente influenciada, existiendo una disminución del 49,51% atribuible al aumento de la heliofanía.

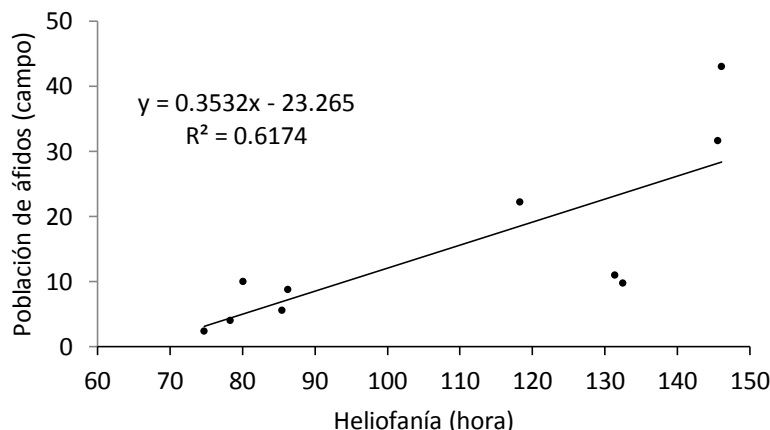
**Tabla 2.** Coeficientes de correlación entre poblaciones de artrópodos vectores y depredadores con variables climáticas. Valor crítico  $\alpha$  0.05=0,63.

Factor climático	Trips		Afidos		Saltahojas		Crisomélidos	Depredador		<i>S. frugiperda</i>
	Planta	Trampa	Trampa	Campo	<i>D. maidis</i>	<i>P. maidis</i>		<i>Orius</i> sp.	Otros	
Temperatura (°C)	0,19	0,07	0,11	0,25	-0,11	-0,56	0,08	0,06	0,43	-0,22
Precipitación (mm)	-0,23	-0,16	-0,10	-0,08	-0,40	-0,25	0,02	-0,29	-0,33	0,03
Heliofanía (Horas)	0,03	-0,20	<b>0,65*</b>	<b>0,79*</b>	-0,31	-0,30	-0,13	-0,22	-0,25	<b>-0,70*</b>
Humedad Relativa %	0,05	0,23	0,00	-0,25	-0,02	0,07	0,40	0,06	-0,34	0,22

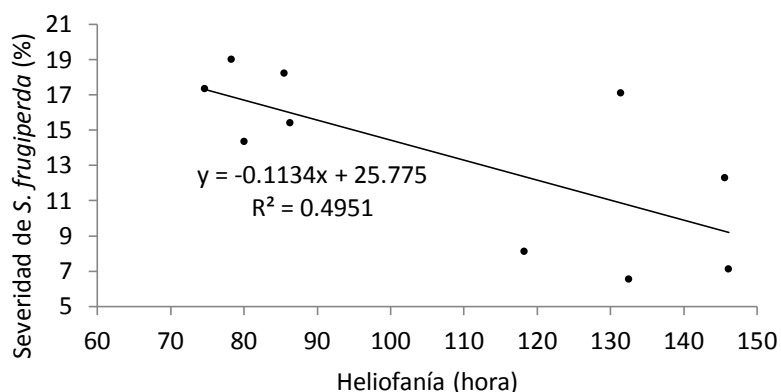
\* Asociación significativa



**Figura 8.** Correlación entre la heliofanía y la población de áfidos en trampas amarillas (promedio mensual en 25 plantas). Febrero-Noviembre de 2018. Teodomira-Santa Ana.



**Figura 9.** Correlación entre la heliofanía y la población de áfidos observados en campo (promedio mensual en 25 plantas). Febrero-Noviembre de 2018. Teodomira-Santa Ana.



**Figura 10.** Correlación entre la heliofanía y la severidad de daño de *S. frugiperda*. Febrero-Noviembre de 2018. Teodomira-Santa Ana.

### Conclusiones

Las poblaciones de insectos vectores presentaron picos poblacionales durante la época seca especialmente de abril a julio. Los enemigos naturales tuvieron un patrón irregular.

El factor climático Heliofanía influyó positivamente sobre las poblaciones de áfidos y negativamente sobre el daños realizado por *S. frugiperda* en el cultivo de maíz.

### Recomendaciones

Planificar las siembras de maíz en el periodo de menor ocurrencia de insctos vectores de virus en maíz.

Avanzar en los análisis estadísticos para crear modelos predictivos de la presencia de insectos vectores asociado a la ocurrencia de virus en maíz.

### Actividad 1.3. Respuesta del complejo vectores-virus a un programa de manejo integrado en el cultivo de maíz. Lodana-Manabí

#### Ubicación

Esta investigación se realizó durante el periodo lluvioso y seco de 2018, en el lote “Teodomira” de la EE-Portoviejo, situada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana-Manabí, localizada geográficamente a 01°09’51” de Latitud sur y 80°23’24” de Longitud oeste, a una altitud de 60 msnm.

Características edafo-climáticas	
Temperatura promedio	26,4 °C
Precipitación media anual	851,57 mm
Humedad relativa promedio	81%
Topografía	Plana
Tipo de suelo	Franco

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI (2011-2016). Estación Meteorológica La Teodomira (UTM), Lodana Santa Ana-Manabí.

#### Unidad experimental

Se establecieron parcelas experimentales con el híbrido de maíz H-603, con una superficie de parcela de 124,8 m<sup>2</sup> (13 x 9,6 m) para la época lluviosa 2018a y de 144 m<sup>2</sup> (12 x 12 m), para la época seca 2018b, dentro de las cuales se registraron las variables biológicas.

#### Tratamientos

Se estudiaron tres tratamientos, que correspondieron a las tecnologías a probar: 1. tecnología INIAP; 2. Tecnología del productor; 3. Testigo, con cinco repeticiones. A continuación se expone el programa de las tecnologías a estudiar:

#### Programa fitosanitario del experimento

##### Época lluviosa

Práctica	dds	Tratamientos		
		Tecnología INIAP	Tecnología productor	Testigo (control)
Semilla		Híbrido INIAP H-603	Híbrido INIAP H-603	Híbrido INIAP H-603
Tratamiento a la semilla		thiodicarb + Imidacloprid (Crucial) 25 g/kg semilla	thiodicarb (Semevin) 15 mL/kg de semilla	thiodicarb (Semevin) 15 mL/kg semilla
Aplicación en “drench”	15	thiamethoxam (Actara) 1 g /L agua		
1era. aplicación en aspersión	22	Abamectina 1 mL/L	clorpirifos 2 mL/L agua	
2da. aplicación en aspersión	30	Tiametoxam +Lambdacialotrina (Engeo) 1 mL/L	Metomyl (Lannate) 1mL/L	
Control de malezas		Se mantuvo libre de malezas (herbicidas + 1 deshierba)	Se permitió hasta un 25% de malezas en las parcelas.	No se realizó control de malezas

Cebo tóxico	40	Arena + clorpirifos 3 mL/L agua	Arena + clorpirifos 3 mL/L agua
-------------	----	------------------------------------	------------------------------------

### Época seca

Práctica	dds	Tratamientos		
		Tecnología INIAP	Tecnología productor	Testigo (control)
Semilla		Híbrido INIAP H-603	Híbrido INIAP H-603	Híbrido INIAP H-603
Tratamiento a la semilla		thiodicarb + Imidacloprid (Crucial) 25 g/kg semilla	thiodicarb (Semevin) 15 mL/kg de semilla	thiodicarb (Semevin) 15 mL/kg semilla
Aplicación en "drench"	19	thiamethoxam (Actara) 1 g /L agua		
1era. aplicación en aspersión	27	fipronil (Regent) 1 mL/L agua	clorpirifos 2 mL/L agua	
Control de malezas		Se mantuvo libre de malezas (herbicidas + 1 deshierba)	Se permitió hasta un 25% de malezas en las parcelas	No se realizó control de malezas
Cebo tóxico	40	Arena + clorpirifos 3 mL/L agua	Arena + clorpirifos 3 mL/L agua	

dds = días después de la siembra

### Diseño experimental y análisis de datos

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con cinco repeticiones. Las medias se separaron mediante la prueba de Duncan  $\alpha=0.05$ .

### Características del campo experimental

Número de tratamientos:	3
Número de repeticiones:	5
Número de unidades experimentales:	15
Número de surcos/parcela:	12 (a) 15(b)
Separación entre surcos:	0,8 m
Distanciamiento entre plantas:	0,2 m
Población:	62.500 plantas/ha
Número de sitios/surco:	65 (a) 60 (b)
Longitud de surco	13 m (a) 12 m (b)
Separación entre parcela:	3 m
Separación entre repetición:	3,2 m
Área total de parcela:	(2018a) 124,8 m <sup>2</sup> (13 m x 9,6 m) (2018b) 144 m <sup>2</sup> (12 m x 12 m)
Área útil de parcela:	(2018a) 104 m <sup>2</sup> (13 m x 8 m) (2018b) 124,8 m <sup>2</sup> (12 m x 10,4 m)
Área total del experimento:	(2018a) 3072 m <sup>2</sup> (48 m x 64 m) (2018b) 3057,6 m <sup>2</sup> (42 m x 72,8 m)
Surcos útiles:	(2018a) 10 surcos (2018b) 13 surcos

2018a = época lluviosa

2018b = época seca

### Manejo específico del experimento



La siembra en el periodo lluvioso (2018a) se realizó el 21 de febrero, mientras que la del periodo seco (2018b) el 13 de agosto, utilizando el híbrido de maíz H-603, sembrado a un distanciamiento de 0,8 m entre surcos por 0,2 m entre plantas, utilizando una semilla por sitio, con lo que se obtuvo una población de 62.500 plantas/ha. La semilla utilizada en las parcelas con tecnología INIAP, fue tratada con thiodicarb + imidacloprid (Crucial®) en dosis de 25 g/kg<sup>-1</sup> de semilla, mientras que la utilizada en las parcelas con tecnología del productor y testigo, se trató con thiodicarb (Semevin®), en dosis de 15 mL kg<sup>-1</sup> de semilla. A los 15 y 35 días después de la siembra (dds), de cada época, se aplicó urea más Yara-milla complex en proporción 1:1, en dosis de 5 g/planta para cada ocasión.

Para el control de maleza, previo a la siembra, se aplicó un herbicida no selectivo de contacto (paraquat) en toda el área de estudio, inmediatamente después de la siembra se aplicaron los pre-emergentes alaclor 5 mL/L agua + 2,5 g/L agua de diuron. A partir de este momento las parcelas con tecnología INIAP se mantuvieron libres de malezas, mediante la aplicación herbicida selectivo y deshierba manual. En las parcelas con tecnología del productor, también se realizó controles químicos y manuales, con la diferencia, que aquí se mantuvo, por lo menos un 25% de presencia de malezas. Mientras que en la parcela testigo, no se realizó control de malezas. Se evitó otros controles fitosanitarios, con la finalidad de no interferir con la respuesta natural de los vectores. La cosecha se realizó a los 120 dds en las dos épocas.

## Levantamiento de la información

**Datos biológicos primarios:** Estos datos permitieron obtener información sobre las respectivas variables de respuesta entre los tratamientos en estudio:

### Método del muestreo absoluto por planta

Para esto se etiquetaron aleatoriamente en cada parcela 5 plantas, a las cuales se les hizo el seguimiento de su desarrollo, presencia de insectos vectores, fauna auxiliar y rendimiento. En cada fecha se contabilizó todos los estados móviles de los insectos vectores de virus presentes. Las evaluaciones se iniciaron a partir de los 8-10 días después de la siembra (dds) y continuaron con una frecuencia semanal, a los 14, 21, 28 y 35 dds. A partir de este periodo se estima, que las poblaciones presentes no inciden sobre el cultivo. En cada fecha se registró la siguiente información:

- Número de áfidos
- Número de *Dalbulus maidis*
- Número de *Peregrinus maidis*
- Número de otras chicharritas
- Número de Chrysomelidae
- Número de enemigos naturales (depredador)

### Planta completa

Para la evaluación de la presencia de trips y áfidos, aleatoriamente, en cada fecha se escogieron cinco plantas que se cortaron desde la base del tallo, y fueron colocadas en fundas plásticas y etiquetadas, para ser revisadas en el laboratorio de Entomología de la EEP, donde con ayuda de un estereomicroscopio se procedió a contabilizar el número de trips y áfidos por planta.

### Trampas amarillas

Una vez por semana y a partir de los 8 dds, se colocaron en cada parcela, cinco trampas pegantes amarillas (8 x 8 cm), colocadas aleatoriamente en el interior de las parcelas y a una altura graduada semanalmente en correspondencia con el crecimiento del cultivo, usando como pegante aceite SAE 5W-40®. Veinte y cuatro horas después, las trampas fueron retiradas del campo y llevadas al laboratorio de Entomología de la EEP, donde se procedió a separar y contabilizar los insectos vectores presentes en cada trampa.

### Incidencia de virosis en maíz

Para evaluar la incidencia de virosis en este experimento MIP, se siguió las recomendaciones establecidas por el CIMMYT (1985, 2005), para la recolección de datos de ensayos, donde se indica que se debe realizar el recuento de plantas afectadas. En cada unidad experimental se contabilizó el número de plantas enfermas, relacionado con el número total de plantas marcadas en la parcela, valores que posteriormente se transformó a porcentaje de incidencia.

### Severidad de virus

Para evaluar esta variable en cada una de las cinco plantas seleccionadas, se utilizó la siguiente escala arbitraria:

Grado	Síntomas
0	Planta aparentemente sana
1	Planta con presencia de rayado leve
2	Planta con presencia de moteado leve
3	Planta con presencia de rayado y moteado leve
4	Planta con presencia de rayado acentuado
5	Planta con presencia de moteado acentuado
6	Planta con presencia de rayado y moteado acentuado
7	Planta con enanismo

### Datos biológicos complementarios

Estos datos permiten obtener información biológica secundaria para complementar el análisis de respuesta entre los tratamientos en estudio:

### Incidencia según escala de Davis (1992)

Paralelamente se determinó la incidencia de *S. frugiperda* mediante escala visual de 0 a 9 (Davis, 1992). Para esto se consideraron las cinco plantas marcadas en cada parcela. Los valores de las categorías se transformaron en porcentajes de incidencia, utilizando la fórmula de Townsend-Heuberger (Puntener, 1981).

$$\% I = \sum (nxv)/iN) \times 100$$

Donde:

% I = Porcentaje de incidencia

n = número de plantas en cada categoría

v = valor de la categoría

i = valor de la categoría más alta

N = número total de plantas evaluadas

### Incidencia del barrenador del tallo del maíz *Diatraea saccharalis*

Antes de realizar la cosecha, las plantas marcadas de cada parcela fueron cortadas a nivel del suelo y deshojadas para determinar en cada una de ellas, el porcentaje de infestación, porcentaje de entrenudos perforados y número de perforaciones por planta.

### Datos climáticos

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

### Rendimiento de grano en kg/parcela y kg ha<sup>-1</sup>

La cosecha se realizó al cabo de 120 dds. En cada parcela se registró la siguiente información: Número total de mazorcas/parcela, porcentaje de llenado de mazorcas. Posterior al desgrane se determinó el peso de grano en kg/parcela, registrando el porcentaje de humedad en cada parcela, empleando un determinador digital Agratronix™ modelo MT-16. Finalmente, el peso se uniformizó a 13% de humedad, obteniendo, el rendimiento en kg/parcela y kg ha<sup>-1</sup>. Para obtener los datos de rendimiento en grano se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = (\text{kg/parcela} (100 - \text{humedad actual}) / (100 - \text{humedad requerida} (13\%)))$$

### Resultados

#### Población acumulada en plantas de maíz mediante muestreo absoluto en campo

En las Tablas 3 y 4 de resultados, se presentan los valores acumulados de las poblaciones de insectos vectores y enemigos naturales presentes en cinco plantas marcadas en cada tratamiento, realizadas mediante observación directa sobre la planta de maíz en campo, durante la época lluviosa y seca de 2018.

Entre las especies de fitófagos más comunes observadas durante las dos épocas en plantas de maíz, se encuentran el áfido del maíz *Rhopalosiphum maidis* Fitch, 1856 (Hemiptera: Aphididae), *Dalbulus maidis* DeLong, 1923 (Hemiptera: Cicadellidae), *Peregrinus maidis* Ashmead, 1890 (Hemiptera: Delphacidae), *Diabrotica* spp. y *Omophoita* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae). Con relación a los depredadores, se observó aunque en bajas poblaciones a *Coleomegilla* sp., *Cycloneda sanguinea* Linnaeus, 1763, *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, 1842, *Cheilomenes* spp. Chevrolat, 1837 (Coleoptera: Coccinellidae), *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae).

El análisis estadístico realizado a los datos del periodo lluvioso (Tabla 3), no determinó diferencias significativas entre tratamientos, para ninguno de los grupos de fitófagos observados (Cicadellidae, áfidos, Chrysomelidae), que son reportados por la literatura como vectores de virus en maíz. Tampoco hubo diferencias en las poblaciones de depredadores. Estos resultados permiten determinar que el tratamiento insecticida realizado en cada parcela, durante el periodo lluvioso, no interfirió con la llegada de estos vectores a la planta, siendo estos valores estadísticamente iguales a aquellos reportados en la parcela testigo (control). En el análisis estadístico del ensayo realizado durante la época seca, se encontró diferencias entre los tratamientos para la variable número de Afidos por planta, presentándose los tratamientos tecnología INIAP y tecnología del productor, en la misma categoría, siendo diferentes al testigo control, lo que sugiere que existió un efecto diferenciado al usar sustancias

insecticidas sobre estos insectos, cuyos registro de presencia fueron mayores durante esta época (Tabla 4).

**Tabla 3.** Población acumulada de especies de insectos fitófagos y depredadores presentes en maíz, determinada mediante observación directa en campo. Teodomira-Santa Ana. 2018a.

Tratamientos	Cicadellidae	Áfidos	Chrysomelidae	Depredadores
Tecnología INIAP	0,80	21,80	0,20	23,80
Tecnología del productor	0,60	35,20	0,40	38,20
Testigo control	1,00	50,00	0,00	54,00
CV (%)	88,39	58,70	204,12	53,33
P	0,68 ns	0,15 ns	0,33 ns	0,11 ns

ns = no significativo

**Tabla 4.** Población acumulada de especies de insectos fitófagos y depredadores presentes en maíz, determinada mediante observación directa en campo. Teodomira-Santa Ana. 2018b.

Tratamientos	Cicadellidae	Áfidos	Chrysomelidae	Depredadores
Tecnología INIAP	6,80	12,20 a	0,00	2,60
Tecnología del productor	9,00	10,40 a	0,60	4,20
Testigo control	7,80	81,00 b	0,20	4,80
Duncan ,05	-	4,77	-	-
CV (%)	32,74	119,38	153,09	45,29
P	0,43 ns	0,03 *	0,10 ns	0,16 ns

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

Ns = no significativo

### **Población acumulada registrada en trampas amarillas y planta completa de maíz**

En las Tablas 5 y 6, se observan los valores acumulados, correspondientes al número de áfidos y trips presentes en las cinco trampas amarillas y cinco plantas completas de maíz, retiradas del campo, registrados durante el periodo lluvioso y seco de 2018.

Al analizar estadísticamente los valores acumulados en la época lluviosa, se encontró diferencias significativas entre tratamientos para las poblaciones de áfidos y trips presentes en plantas evaluadas en laboratorio. El promedio de las poblaciones de áfidos del tratamiento con tecnología INIAP y tecnología del productor fue inferior al testigo control, encontrándose estadísticamente en una categoría diferente. Mientras tanto, las poblaciones de trips en el tratamiento con tecnología del productor presentaron el mayor promedio acumulado por planta, siendo estadísticamente diferente al resto (Tabla 5).

En época seca se encontraron diferencias estadísticas similares a las de la época lluviosa, en la evaluación de plantas en laboratorio, siendo el tratamiento con tecnología INIAP el que menor promedio acumulado de insectos vectores de virus presentó, encontrándose en una categoría distinta al tratamiento del productor y el testigo control respectivamente. (Tabla 6).

**Tabla 5.** Población acumulada de especies de insectos vectores trips y áfidos, capturados en trampas amarillas y plantas de maíz. Teodomira-Santa Ana. 2018a.

Tratamientos	Trampas		Plantas	
	Áfidos	Trips	Áfidos	Trips
Tecnología INIAP	31,60	7,20	10,40 a	13,80 a
Tecnología del productor	33,40	10,20	92,40 a	46,40 b
Testigo control	31,80	12,60	391,80 b	24,80 a
Duncan 0,05	-	-	28,55	9,81
CV (%)	29,28	50,23	50,96	41,80
P	0,95 ns	0,27 ns	<0,0001*	0,003*

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Duncan ( $p > 0,05$ )  
ns = no significativo

**Tabla 6.** Población acumulada de especies de insectos vectores trips y áfidos, capturados en trampas amarillas y plantas de maíz. Teodomira-Santa Ana. 2018b.

Tratamientos	Trampas		Planta completa	
	Áfidos	Trips	Áfidos	Trips
Tecnología INIAP	20,20	46,80	9,20 a	91,00 a
Tecnología del productor	31,00	66,80	40,80 ab	209,00 ab
Testigo control	27,40	57,00	92,00 b	244,60 b
Duncan 0,05	-	-	3,92	8,56
CV (%)	31,88	42,99	99,72	33,86
P	0,18 ns	0,47 ns	0,049*	0,005*

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Duncan ( $p > 0,05$ )  
ns = no significativo

### Severidad del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* y barrenador del maíz *Diatraea* spp.

Los resultados de severidad (%) del gusano cogollero del maíz *S. frugiperda* (escala de Davis, 1992) y del barrenador de la caña *Diatraea* spp., así como la variable severidad de *Diatraea* spp., alcanzados en los experimentos de las épocas lluviosa y seca del 2018, se presentan en las Tablas 7 y 8.

Al realizar los análisis estadísticos de la variable severidad (%) de *S. frugiperda*, se determinó diferencias significativas entre tratamientos durante la época lluviosa, donde la parcela del productor, seguido de la tecnología INIAP, presentaron la menor severidad, diferenciándose del testigo (control), que alcanzó el valor más alto con 22,20%, que indicaría un efecto de las aplicaciones insecticidas sobre esta plaga (Tabla 7). En la época seca no se registró diferencias estadísticas (Tabla 8).

Con relación a la severidad del barrenador de la caña *Diatraea* spp., para las variables porcentaje de entrenudos perforados y número de perforaciones ocasionadas por la larva de esta plaga, tanto en la época lluviosa como en época seca, el análisis estadístico no determinó diferencias estadísticas para ninguna de las variables registradas (Tablas 7 y 8).

**Tabla 7.** Severidad (%) de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea* spp. y barrenador del maíz, en el estudio “respuesta del complejo vectores-virus a un programa de manejo integrado en el cultivo de maíz. (Duncan  $p > 0,05$ ) Teodomira-Santa Ana. 2017a.

Tratamientos	Severidad de <i>S.</i>	Severidad de <i>Diatraea</i> spp.
--------------	------------------------	-----------------------------------

	<i>frugiperda</i> (%)	% de entrenudos perforados	# de perforaciones
Tecnología INIAP	16,20 a	18,00	3,40
Tecnología del productor	15,00 a	15,80	3,80
Testigo control	22,20 b	13,00	2,80
Duncan ,05	5,59	-	-
CV (%)	20,49	31,12	51,09
P	0,02*	0,30 ns	0,66 ns

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Duncan ( $p > 0,05$ )  
ns = no significativo

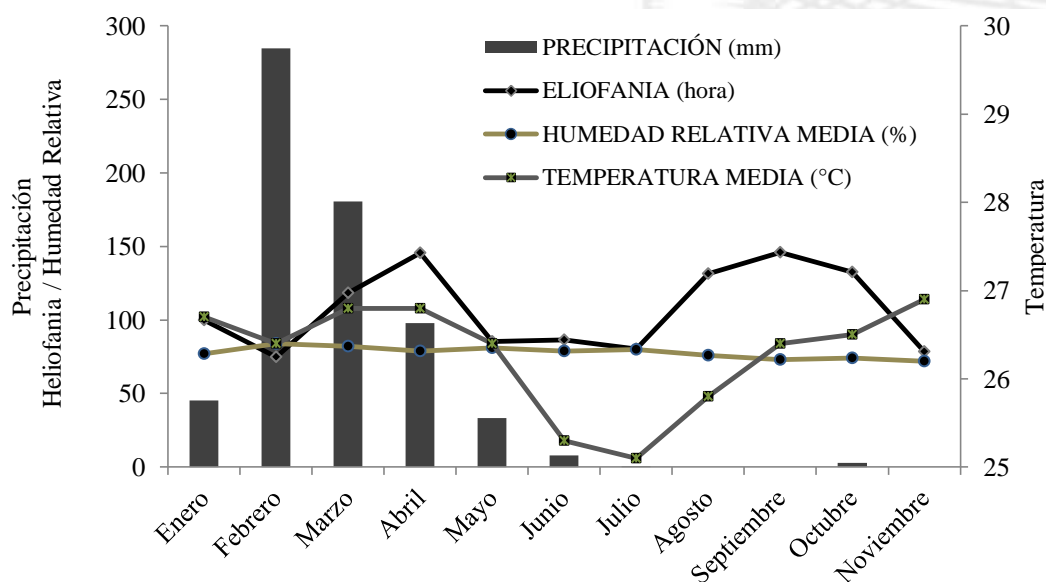
**Tabla 8.** Severidad (%) de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea* spp. y barrenador del maíz, en el estudio “respuesta del complejo vectores-virus a un programa de manejo integrado en el cultivo de maíz. (Duncan  $p > 0,05$ ) Teodomira-Santa Ana. 2017b.

Tratamientos	Severidad de <i>S. frugiperda</i> (%)	Severidad de <i>Diatraea</i> spp.	
		% de entrenudos perforados	# de perforaciones
Tecnología INIAP	11,60	15,80	2,00
Tecnología del productor	12,20	13,40	1,60
Testigo control	5,80	10,40	1,40
CV (%)	48,85	227,28	141,14
P	0,11 ns	0,88 ns	0,92 ns

ns = no significativo

### Condiciones ambientales

En la Figura 11, se representan gráficamente las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollaron los experimentos en las dos épocas del año 2018.



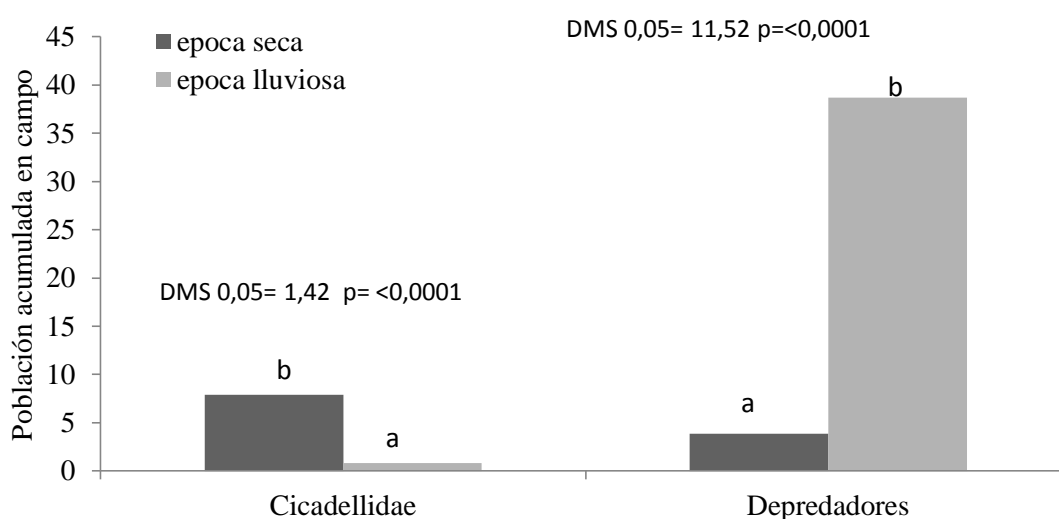
**Figura 11.** Condiciones ambientales del área experimental. Teodomira-Santa Ana. 2018.

Cuando se analizó la temporalidad de las poblaciones de Cicadellidae y depredadores presentes en maíz, determinadas mediante observación directa en campo durante el 2018, se aprecia en la Figura 12, que las poblaciones de Cicadellidae fueron

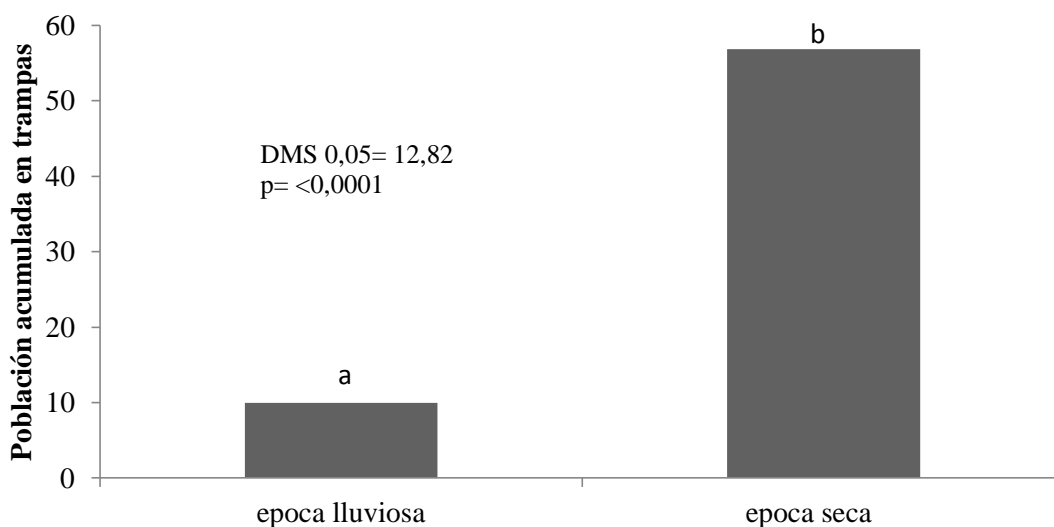
significativamente superiores durante la época seca, a diferencia de los depredadores, cuyas poblaciones se presentaron significativamente superiores en la época lluviosa.

En la Figura 13, se presentan los resultados del análisis de temporalidad de las poblaciones de trips, monitoreados en trampas amarillas, donde se aprecia, que las poblaciones son significativamente mayores en la época seca.

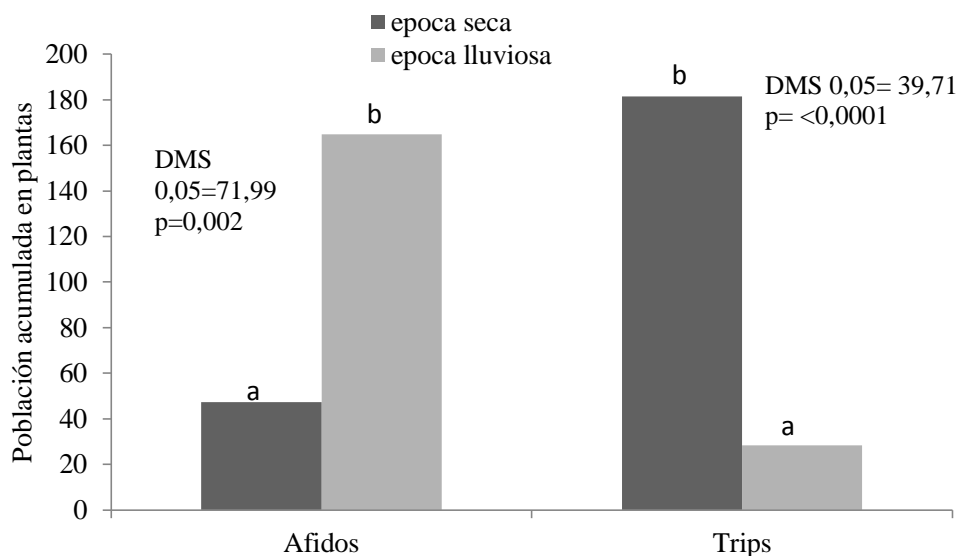
Finalmente, los resultados antes descritos, se corroboran en la Figura 14, donde nuevamente el análisis estadístico, confirmó que las poblaciones de trips registradas en plantas completas traídas del campo y revisadas en laboratorio, son significativamente mayores en la época seca, confirmando la temporalidad de este grupo de insectos vectores en maíz. Con relación a las poblaciones de áfidos en maíz, éstas fueron significativamente superiores en la época lluviosa.



**Figura 12.** Temporalidad de las poblaciones de Cicadellidae y Depredadores presentes en maíz, determinada mediante observación directa en campo. Teodomira-Santa Ana. 2018a-2018b.



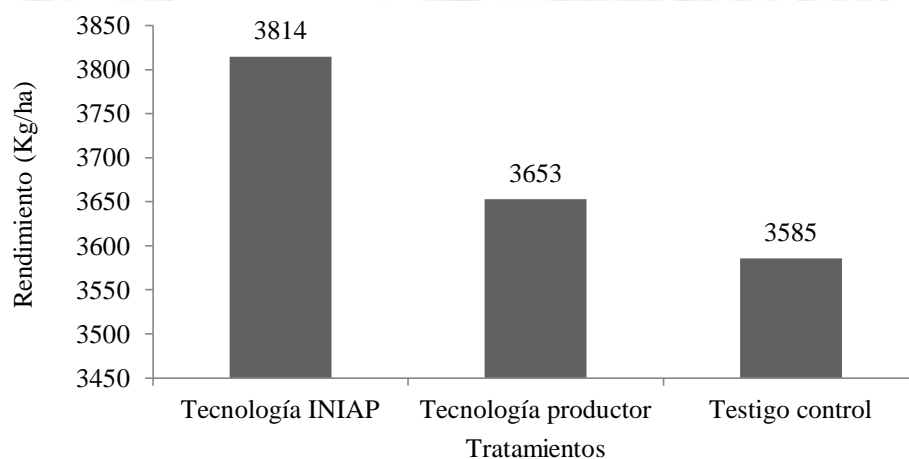
**Figura 13.** Temporalidad de las poblaciones de trips, registradas en trampas amarillas, evaluadas en laboratorio. Teodomira-Santa Ana. 2018a-2018b.



**Figura 14.** Temporalidad de las poblaciones de los vectores áfidos y trips, registradas en plantas completas de maíz, evaluadas en laboratorio. Teodomira-Santa Ana. 2018a-2018b.

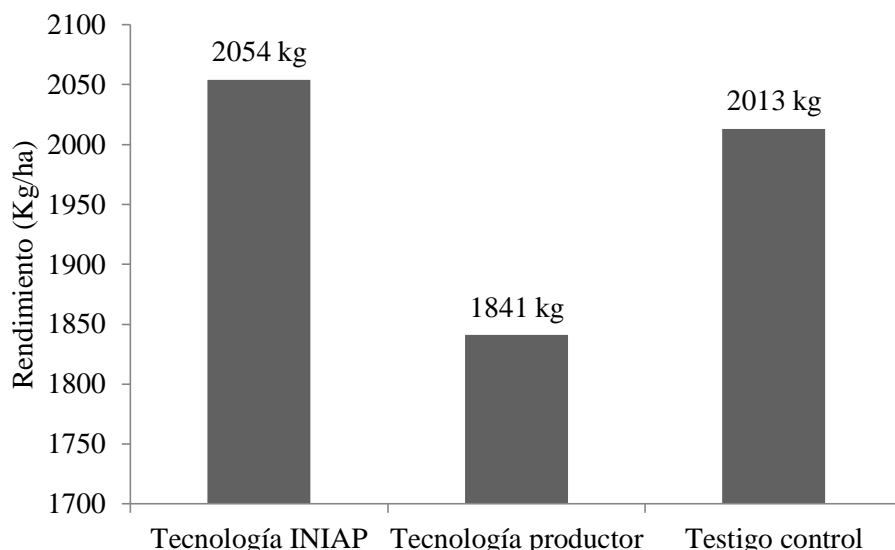
#### Rendimiento de grano en $\text{kg ha}^{-1}$

El análisis estadístico de la variable rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), obtenidos durante la época lluviosa y seca, determinó que no existen diferencias estadísticas entre tratamientos, aunque numéricamente el tratamiento tecnología INIAP con  $3814 \text{ kg ha}^{-1}$  durante la época lluviosa y  $2054 \text{ kg ha}^{-1}$  durante época la seca, fueron superior a los otros tratamientos en estudio. Cabe señalar que de manera general, el rendimiento durante las dos épocas en estudio es bajo, si consideramos el potencial de este híbrido, lo cual estaría relacionado con la alta incidencia de virus observada, siendo esta mayor en la época seca. (Figuras 15 y 16).



**Figura 15.** Rendimiento en  $\text{kg/ha}$  con el 13% de humedad en el estudio “Respuesta del complejo vectores-virus a un programa de manejo integrado en el cultivo de maíz”. Teodomira-Santa Ana. 2018a.

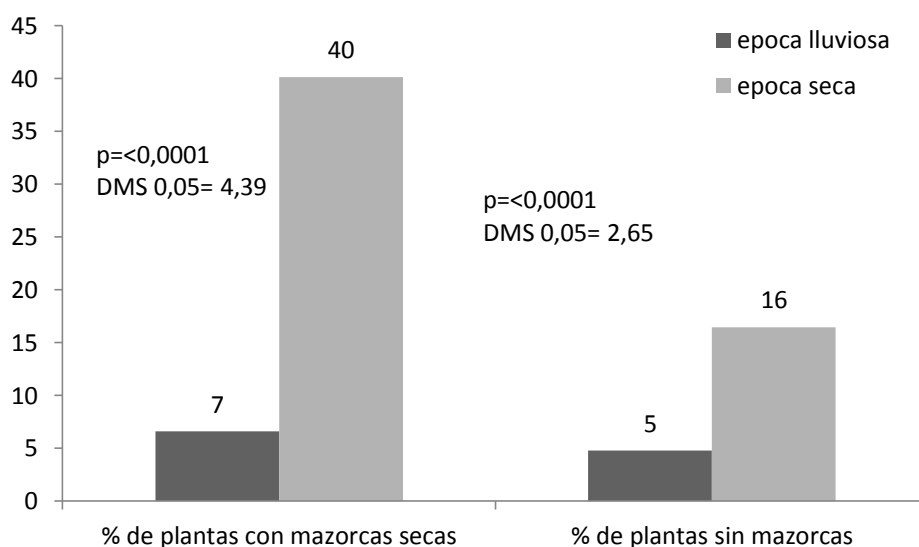




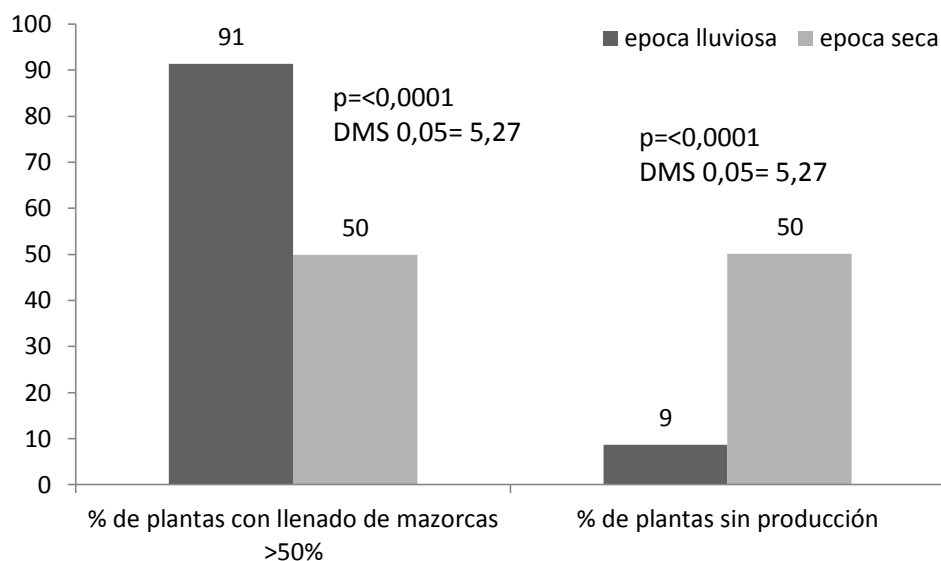
**Figura 16.** Rendimiento en kg/ha con el 13% de humedad en el estudio “Respuesta del complejo vectores-virus a un programa de manejo integrado en el cultivo de maíz”. Teodomira-Santa Ana. 2018b.

### Estado productivo de las plantas

Al analizar el estado productivo de las plantas a los 75 dds, se encontraron diferencias marcadas entre las dos épocas de siembra, siendo el porcentaje de plantas con mazorcas secas mayor durante la época seca con un 40%, a diferencia de la época lluviosa donde solo se mostró en un 7%, datos que se mantienen en relación a la variable porcentaje de plantas sin mazorcas, donde también se encontró mayor porcentaje de plantas sin mazorcas durante la época seca (Figura 17). A los 120 dds, al realizar la cosecha se evaluó el porcentaje de llenado de mazorcas, encontrándose diferencias estadísticas, durante la época seca, donde el 50% de plantas no llegó a presentar una producción, lo que confirma la alta presión de los vectores-virus durante esta época (Figura 18), que repercutió directamente en el rendimiento, presentándose promedio bajo de cosecha (Figura 16).



**Figura 17.** Estado productivo de las plantas a los 75 dds durante la época lluviosa y seca 2018. Teodomira-Santa Ana.



**Figura 18.** Estado productivo de las plantas a los 120 dds, durante la época lluviosa y seca 2018. Teodomira-Santa Ana.

## Conclusiones

La tecnología del INIAP logró reducir significativamente las poblaciones de áfidos y trips en las dos épocas de siembra.

Los áfidos fueron más abundantes en la época lluviosa y los trips los trips en época seca.

No se observó diferencias del rendimiento entre los tratamientos empleados.

El virus de la necrosis letal del maíz fue responsable de al menos un 50% de reducción del rendimiento de maíz.

## Recomendaciones

Buscar otras estrategias de control de la enfermedad viral como resistencia genética.

Usar la tecnología del INIAP como un complemento de la resistencia genética dentro de un programa integrado de manejo de este complejo viral.

## Referencias

Alarcón D., Zambrano E., Limongi R. y Cerón O. 2016. INIAP H-603 Híbrido de maíz duro para Manabí y los Ríos. INIAP, EE Portoviejo. Plegable N° 428.

Álvarez M. (2015). Resistencia a insectos en tomate (*Solanum* spp.) *Cultivos Tropicales*, 36(2):100-110

Castillo, J., y Hebert T. (2003). Nueva enfermedad virosa afectando al maíz en Perú. *Fitopatología*, 38:4:184-189.

CIMMYT (Centro internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México). (1985). Manejo de los ensayos e informes de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México, D.F.; CIMMYT. p 14.

CIMMYT. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F. México: CIMMYT. 79 p.

CIMMYT. (2005). Programa del Maíz del CIMMYT. Enfermedades del maíz; una guía para su identificación en el campo. Cuarta edición. México, D.F.; CIMMYT. 118 p. Disponible:

[https://books.google.com.ec/books/p/cimmyt2?id=x4wC\\_JOmYL8Cyprintsec=frontcoverydq=enfermedades+del+ma%C3%ADzycd=1yredir\\_esc=y#v=onepageyq=enfermedades%20del%20ma%C3%ADzyf=false](https://books.google.com.ec/books/p/cimmyt2?id=x4wC_JOmYL8Cyprintsec=frontcoverydq=enfermedades+del+ma%C3%ADzycd=1yredir_esc=y#v=onepageyq=enfermedades%20del%20ma%C3%ADzyf=false)

Craig, A., Richard, L., Wiseman, B., White W. y Davis, F. (2000). Conventional Resistance of Experimental Maize Lines to Corn Earworm (Lepidoptera: Noctuidae), Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae), Southwestern Corn Borer (Lepidoptera: Crambidae), and Sugarcane Borer (Lepidoptera: Crambidae). *Journal of Economic Entomology*, 93(3):982-988.

Davis F.M., S.S. Ng and W. P. Williams. 1992. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Miss. Agric. For. Exp. Stn. Tech. Bull. 186.

InfoStat. (2016). Software Estadístico, versión 1.0. Manual del usuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. 241p.

INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). (2015). Informe Técnico Anual. Departamento Nacional de Protección Vegetal (Entomología-Fitopatología), Estación Experimental Portoviejo. 54p.

Mariño, A., Garrido, M., Borges, O., y González A. (2010). Identificación de una virosis que afecta al maíz en Villa de Cura, estado Aragua, Venezuela. *Fitopatol. Venez.* 23:22-27. Disponible:

<http://www.cabi.org/isc/FullTextPDF/2012/20123416192.pdf>

Moraes R., Haddad MD, Silveira Neto S, Reyes AE. .2003; Software para análise faunística-ANAFUA. Simpósio de Controle Biológico8:195.

Puntener W. 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. CIBA GEIGY. 205 p.

Quito-Avila, D., Alvarez, R y Mendoza, A. (2016). Occurrence of maize lethal necrosis in Ecuador: a disease without boundaries?. *Eur J Plant Pathol*, 146 (3): 705-7010.

DOI 10.1007/s10658-016-0943-5

Rojas, E., y Patiño, L. 2001. En búsqueda de un sistema de resistencia estable en plantas cultivadas. *Manejo Integrado de Plagas*. 60: 3-14. Disponible en: <http://www.sidalc.net/REPOC/A1757E/A1757E.PDF>

Secretaría de agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2015). Protocolo de diagnóstico de Maize chlorotic mottle virus (MCMV) mediante Elisa y técnicas de biología molecular (PCR). México, 18 p.

Valarezo, O., Cañarte, E., Navarrete, B., y Muñoz X. (2016). Manejo integrado de las principales plagas del maíz. Plegable Divulgativo # 389. Online <http://www.iniap.gob.ec/web/wp-content/uploads/2016/04/Descargar.pdf>

Varón de Agudelo, F. y Sarria G.A. (2007). Enfermedades del maíz y su manejo, compendio ilustrado. ICA-FENALCE. Palmira, Co. Disponible: [http://www.ica.gov.co/getattachment/f1c1f3f1-d775-4216-a5d0-d9d4a67b7943/Publicacion-8.aspx\\*](http://www.ica.gov.co/getattachment/f1c1f3f1-d775-4216-a5d0-d9d4a67b7943/Publicacion-8.aspx*)

## **Proyecto 2. Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Ecuador**

### **Responsable**

Ph.D. Sandra Garcés-Carrera DNPV/EESC/INIAP  
Ph.D. Rodney N. Nagoshi (ARS-USDA)

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

Ph.D. Ernesto Cañarte Bermúdez, Entomología-EEP  
M.Sc. Bernardo Navarrete Cedeño, Entomología-EEP  
Ing. Ramón Solórzano Faubla, Entomología-EEP  
M.C. Eddie Zambrano Zambrano, Mejoramiento Genético-EEP  
M.Sc. Jimmy Pico Cedeño, Fitopatología-EECA  
M.Sc. Catalina Bravo Zúñiga, Agroecología-EEA  
Ing. Paúl Villavicencio, Agronomía-EETP  
Ing. Joanna Allauca Vizuete, Agronomía-Granja El Socavón/INIAP-Galápagos

### **Otros colaboradores**

Ing. Verónica Quimbiamba, UDT-Bolívar  
Ing. María Nieto, UDT-Imbabura  
Ing. Diego Peñaherrera, UDT Pichincha  
Ing. Carlos Noriega, UDT Guayas  
M.Sc. Marilú Valverde Vanegas, Granja El Socavón/INIAP-Galápagos  
Ing. Ramón Antonio Pinargote (Asistente de Campo INIAP-EEP).

### **Antecedentes**

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (JE Smith), es una plaga importante que causa pérdidas económicas en los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.), algodón (*Gossypium hirsutum* L.) y algunas especies forrajeras para ganado (Luginbill, 1928 citado por Campos et al., 2012) en América del Norte y del Sur (Nagoshi et al., 2017). El amplio rango de hospederos se debe entre otros factores a la presencia de dos subpoblaciones idénticas morfológicamente designadas como biotipo arroz (RS) y biotipo maíz (CS), identificadas al genotipar con aloenzimas una población de insectos asociados en cultivos de maíz, arroz y pasto, los cuales

difirieron en cinco aloenzimas de las poblaciones asociadas a los cultivos de arroz y pasto (Paslhey, 1986).

Comúnmente, la RS prefiere el arroz y el pasto Bermuda y CS prefiere las plantas de maíz, con algodón como hospedero secundario (Nagoshi et al., 2007). Estudios realizados en Colombia reportan la presencia de tres biotipos, CS, RS y un biotipo denominado “Híbrido”, entre estos, dos biotipos, resultado del apareamiento entre hembras del biotipo maíz y machos del biotipo arroz y viceversa (Saldamando y Vélez-Arango, 2010). Por otro lado, muestras de *S. frugiperda* recolectadas en Ecuador en cultivos de algodón en 1984, fueron genotipadas con aloenzimas y se determinó que las poblaciones están más relacionadas con CS (Paslhey, 1986).

Se ha determinado que los dos biotipos de *S. frugiperda*, son idénticos morfológicamente pero diferentes genética y fisiológicamente; las diferencias están dadas por varios factores, como la reducción del flujo genético entre biotipos presentes en cultivos de maíz, sorgo y algodón con relación al cultivo de arroz (Vélez-Arango et al., 2008); polimorfismo genético, encontrándose que las esterases B, C y D, son específicas del biotipo maíz con relación al contenido de esterases E y F de biotipo arroz (Prowell et al., 2004); presentan aislamiento precigótico comportamental parcial debido a que las hembras del biotipo maíz raramente se aparean con los machos del biotipo de arroz, pero las hembras del biotipo de arroz no son excluyentes con los machos, con los cuales se aparean (Saldamando et al., 2014); la composición de feromonas es diferente entre los biotipos de *S. frugiperda*, por cuanto las hembras del biotipo de maíz presentan una concentración mayor del componente de feromona Z11-16:Ac (m), que las hembras del biotipo arroz, y menor concentración de los otros componentes (Z9-14:Ac (M), 14:Ac (a), Z11-14:Ac (b), 12:Ac (c), Z9-12:Ac, Z712:Ac (Groot et al., 2008).

Se han realizado varios estudios para la identificación molecular de los biotipos, CS y RS, con el ADN mitocondrial en el gen *Citocromo Oxidasa 1* por PCR y RFLP y enzimas de restricción; así también, se ha encontrado una región en el ADN nuclear llamado FR (For Rice strain) que generan productos amplificados de más de 500 bp para el biotipo arroz y cero bp para el biotipo maíz (Nagoshi y Meagher, 2004). De las técnicas utilizadas para la identificación de biotipos de *S. frugiperda*, se concluye que RFLP son útiles para el trabajo de genética de poblaciones de la plaga y que el uso de CO1 y FR se utilicen para la identificación.

Investigaciones realizadas en laboratorio en los Estados Unidos, han demostrado que larvas del biotipo de maíz son más resistentes a componentes de insecticidas como cipermetrina, metil paration y metomil y de cultivos transgénicos de algodón con *Bacillus thuringiensis* (Adamczyk et al., 1997). En Colombia, también se demostró que el biotipo de arroz no difiere en resistencia a metomil comparada con el biotipo maíz, sin embargo, desarrolla tolerancia más rápidamente al producto lambda-cyhalothrin (Ríos-Díez y Saldamando-Benjumea, 2011), otros estudios determinaron luego de cuatro generaciones, que el biotipo arroz es más susceptible a las endotoxinas Cry1Ab y Cry1Ac (*B. thuringiensis*) que el biotipo maíz (Ríos-Díez et al., 2012).

Los rasgos deletéreos de estas subpoblaciones o biotipos podrían diseminarse y distribuirse ampliamente si hay interacciones genéticas entre poblaciones geográficas

(Nagoshi et al., 2017). El movimiento o la migración a larga distancia de poblaciones de *S. frugiperda* se ha demostrado en varios estudios de caracterización entre las Antillas y los EE.UU y Canadá, especialmente influenciado por sistemas eólicos (Mitchell et al., 1991). La caracterización genética de biotipos de *S. frugiperda* en Argentina reportó que esas poblaciones, RS y CS, tenían características genéticas y comportamiento similares a las poblaciones de *S. frugiperda* del resto del hemisferio occidental; sin embargo, esas poblaciones, mostraron frecuencias de haplotipos, Tpi-C y Tpi-R comparables a poblaciones de *S. frugiperda* de Brasil y Texas y un intercambio mínimo con poblaciones de Puerto Rico o Florida (Nagoshi et al., 2012). Al describir el movimiento de estas poblaciones a través de diferentes áreas del Ecuador, incluidas las de Galápagos, se harán posibles las evaluaciones de riesgos de los biotipos y su impacto en los cultivos de maíz y arroz.

En Ecuador, el maíz (*Zea mays* L.) y arroz (*Oryza sativa* L.) son cultivos de importancia económica y social debido a la contribución a la alimentación humana y animal. La producción de maíz se ve afectada por muchos problemas fitosanitarios durante sus etapas de desarrollo; uno de los más importantes es la presencia de plagas, como el gusano del ejército, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), que puede causar daños durante la fase vegetativa inicial de 30 días después de la siembra, causando pérdidas de hasta el 88% en la producción de maíz duro seco en la época de invierno del 2017 en las provincias de Manabí, Guayas, Los Ríos, Santa Elena, El Oro y Loja, por lo que el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) suscribió una resolución de Declaratoria de Emergencia (046-2017), que consistió en la entrega a los agricultores de kits para el manejo de plagas (CGSIN-SINAGAP 2017).

Por lo anterior, el presente estudio se orienta a caracterizar genéticamente las poblaciones de *S. frugiperda*, determinando los biotipos y la migración o movilidad, asociadas a los cultivos de maíz y arroz en las provincias de Imbabura, Pichincha, Bolívar, Azuay, Loja, Manabí, Los Ríos, Guayas, Galápagos, Sucumbíos, Orellana, Napo y Morona Santiago, lo que permitirá desarrollar elementos de juicio de mayor rigor científico para el planteamiento de estrategias de manejo integrado de esta plaga.

### **Objetivo General**

Caracterizar genéticamente las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* de las principales zonas productoras de maíz en el Ecuador para el desarrollo de estrategias de manejo de la plaga.

### **Objetivos Específicos**

Identificar los biotipos de *S. frugiperda* mediante técnicas moleculares.  
Determinar la movilidad o migración de subpoblaciones o biotipos de *S. frugiperda* en cultivos de maíz.

### **Metodología**

El protocolo de esta investigación fue elaborado por la Dra. Sandra Garcés, técnica del Departamento de Protección Vegetal-EESC, en colaboración con el equipo multidisciplinario del proyecto. Fue aprobado por el Comité Técnico de la Estación

Experimental Santa catalina (EESC), en fecha 05 de enero de 2018 e informado a la Dirección de Investigaciones, mediante Memorando Nro. INIAP-EESC\_DIR-2018-1215-MEM, en fecha 15 de noviembre de 2018.

Previo al inicio de actividades del proyecto, se realizó la gestión correspondiente en el Ministerio del Ambiente (MAE), para la autorización de recolecta, manipulación, acceso a recursos biológicos y/o genéticos y transferencia de material biológico al ARS-USDA en el estado de Florida, USA, a fin de realizar las actividades de investigación en las 10 provincias seleccionadas. Mediante Oficio Nro. MAE-DNB-2018-0048-O, de fecha 19 de enero de 2018, el MAE, AUTORIZA la inclusión del nuevo proyecto de investigación científica denominado “Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Ecuador, dentro del Contrato Marco con Número de Patente MAE-DNB-CM-2015-0024.

## Ubicación

El presente estudio se realizó entre el periodo lluvioso y seco del 2018, en las provincias de Manabí, Orellana, Sucumbíos, Morona Santiago, Napo, Loja, Azuay, Bolívar, Imbabura y Galápagos. Dentro de este proyecto, el compromiso del Departamento de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo, fue realizar recolectas de larvas de *Spodoptera frugiperda* en la provincia de Manabí.

## Procedimiento

La recolección de las poblaciones de *S. frugiperda*, se realizó considerando las zonas de mayor superficie cultivada de maíz en Manabí. Se registró información de las zonas de muestreo y para el número de muestras se tomó en cuenta la superficie cultivada de maíz, considerándose una muestra por cada 5000 ha del cultivo aproximadamente. Las plantaciones fueron seleccionadas con base a las condiciones ambientales. En cada finca se obtuvo información sobre las características de las zonas de muestreo, daño de la plaga, manejo del cultivo, variedades, entre otros temas, utilizándose para el efecto una boleta (anexo 1).

El muestreo de larvas de *S. frugiperda*, se realizó en cultivos que evidenciaron infestación de la plaga (Evans y Stansly, 1990), considerando para la recolecta, larvas en instares intermedios (L3-L4) en cultivos de 15 a 30 días de edad (CIAT, 2001). La recolección se realizó solo en plantas de maíz, evitando recolectar especímenes de plantas adyacentes. Las larvas se ubicaron de forma individual en microtubos de 2.0 mL con tapa rosca, conteniendo alcohol 96%, que fueron transportados hasta el laboratorio de Entomología de la EEP.

Para el reconocimiento de larvas L3 y L4 de *S. frugiperda* en campo, se consideraron características morfológicas como mapas setíferos, bandas en área frontal de la cabeza, ubicación de escleritos dorsales en segmentos abdominales (A1-A10), los espiráculos, pseudopatas abdominales y anales con las diferentes posiciones de los crochets (Peterson, 1962; Wagner et al., 2011). Estas características se observaron en

los especímenes recolectados, que fueron comparadas con las claves dicotómicas de Borror et al. (1989).

A fin de organizar y sistematizar la información generada de cada provincia, se elaboró una base de datos en formato Excel, que contiene: código del INIAP, clasificación taxonómica, georeferenciación, código del ADN, colector, método de recolección, método de preservación, código del permiso del MAE, entre otra información necesaria; adicionalmente se conformó una colección de referencia de las larvas recolectadas en alcohol al 70% y almacenadas a  $-80^{\circ}\text{C}$ , en el Laboratorio de Biotecnología-EESC.

Para la identificación molecular de los biotipos o subpoblaciones de *S. frugiperda*, se aplicará la metodología de haplotipo mitocondrial descrita por Nagoshi et al. (2017). La extracción de ADN se realizará de cada una de las larvas colectadas en base al protocolo descrito por Nagoshi et al. (2017). Para la determinación de los biotipos y subgrupos de haplotipos de cada biotipo, se realizarán amplificaciones de una región del gen mitocondrial, *Citocromo Oxidasa 1 (COI)*, con los primers: *COI-893F* y *COI-1472R*. La identificación de los biotipos será determinada por la presencia de nucleótidos específicos en sitios polimórficos específicos de cada biotipo y la determinación de la migración o movimiento del biotipo maíz (CS). Para el análisis y comparación de ADN, aligment y mapeo del sitio de restricción, se usará el programa DS Gene (Accelrys, San Diego, CA, USA) y el algoritmo CLUSTAL.

## Resultados

Como resultado de esta actividad, se realizaron durante el periodo marzo a septiembre de este año 17 recolectas en ocho cantones productores de maíz de la provincia de Manabí: Portoviejo (4), Tosagua (2), Jipijapa (2), Santa Ana (2), Bolívar (3), Junín (1), Pajan (2) y Rocafuerte (1), comprendidos en altitudes entre 35 y 452 msnm (Tabla 9). Las plantaciones evaluadas presentaron superficies cultivadas entre 0,25 a 7 ha de maíz, se determinó una frecuencia acumulada de 82% con superficies no mayores a 4 ha de maíz en las fincas visitadas. Se constató el uso de al menos siete materiales híbridos de maíz en la zona de Manabí, siendo el híbrido trueno más frecuentemente citado (35%). Un 65% de productores maiceros utiliza semilla certificada de maíz, seguido de un 29% que emplea semilla artesanal (reciclada). Con relación a la preparación del terreno, el 65% de ellos no utiliza mecanización, lo cual se explica, debido a que en Manabí, aproximadamente un 95% de la producción de maíz se da en periodo lluvioso, cultivándose en áreas bien accidentadas, dificultándose la mecanización. Finalmente, el 76% de estos productores realizan un solo ciclo productivo de maíz y no tiene como cultura la rotación de cultivos. El 24% de productores que producen dos ciclos de cultivo, son aquellos productores de semilla que normalmente siembran en áreas bajas con posibilidades de riego (Tabla 10).

Hasta un 82% de las plantaciones escogidas para la recolección de larvas de *Spodoptera*, estuvieron en edades no mayor a 40 días. De manera general, se determinó que durante este año, la infestación del cogollero del maíz *S. frugiperda*, se mantuvo baja, mucho menor que en los últimos dos años, pudiéndose observar que el 65% de los cultivos evaluados presentaron infestaciones no mayores a 20% y un 23% apenas superó el 30%. Datos muy similares se dieron con la severidad según Davis



(1992). Estos datos se corroboran con aquello manifestado por los productores, quienes si bien es cierto mencionaron que esta plaga se presenta en el maíz todos los años, no obstante durante el 2018, la infestación decreció con relación al año anterior, habiéndose realizado incluso menos controles fitosanitarios (Tabla 11).

Con relación a las recolectas, en el 88% de las fincas evaluadas se alcanzó la meta de 30 larvas, lográndose recolectar en total 634 larvas de *S. frugiperda* (Tabla 11), que fueron conservadas en refrigeración, para luego ser trasladadas hasta el laboratorio de Entomología de la EESC. Para esto se tramitó ante el MAE-Manabí, el respectivo permiso de movilización, APROBADO, mediante oficio Nro. MAE-CGZ4-DPAM-2018-0488-O, de fecha 29 de marzo de 2018. Una vez cumplida la recolecta programada en las 10 provincias a nivel nacional, se enviaron las larvas de *S. frugiperda* desde la EESC, en recipientes plásticos sin alcohol, estas se remitieron al Dr. Rodney Nagoshi, entomólogo y especialista en Genética de Insectos, de los laboratorios del USDA-ARS en el estado de Florida-Estados Unidos, a fin de que se realice la caracterización molecular de estas poblaciones recolectadas en Ecuador. Para esto, se tramitó ante el MAE, el ACUERDO DE TRANSFERENCIA DE MATERIAL (ATM) y la AUTORIZACIÓN DE EXPORTACIÓN CIENTÍFICA Nro. 086-2018-EXP-CM-FAU-DNB/MA, en fecha 15 de noviembre de 2018. A partir de esto se esperará la identificación para la elaboración del informe final a partir del 2019, con lo cual se estima generar al menos un artículo científico.

Tabla 9. Puntos de recolectas de larvas en 17 plantaciones de maíz duro cultivado en cantones de Manabí, del proyecto “Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Ecuador. 2018.

Código	Fecha	Nombre del productor	Cantón	Parroquia	Sitio	Georreferencia	Altitud (msnm)
1	08/03/2018	Mauricio Cedeño	Portoviejo	Pueblo Nuevo	El Tigre	0565099/9875752	59
2	08/03/2018	Wacho Briones	Portoviejo	Colon	Colon-Quimis	0560955/9973344	121
3	20/03/2018	José Intriago	Tosagua	El Junco	La Yuca	0574065/9909532	121
4	20/03/2018	Jofre Chumo	Tosagua	El Junco	La Yuca	0572622/9908846	212
5	23/03/2018	Diomedes Choez	Jipijapa	Jipijapa	El Alto	0546879/9844048	297
6	23/03/2018	No se registró	Jipijapa	Noboa	La Pita	0552034/9850876	452
7	27/03/2018	INIAP-EEP	Santa Ana	Lodana	Teodomira	0568544/9870946	60
8	04/04/2018	Luis Riva	Bolívar	Quiroga	Quiroga	0609283/9904908	111
9	04/04/2018	Juan Velez	Junín	Junín	La Ciénega	0578995/9896730	383
10	06/04/2018	Gregorio Sánchez	Paján	Colimes	La Guaba	0554569/9822784	396
11	06/04/2018	Idauldo Castillo	Paján	Colimes	La Guaba	0554942/9822744	414
12	08/08/2018	Nisvaldo Intriago	Rocafuerte	Rocafuerte	El Horcón	0566211/9899342	52
13	31/08/2018	Italo Vera	Bolívar	Calceta	Cabello Afuera	0594774/9909112	35
14	31/08/2018	No se registró	Bolívar	Calceta	El Bejucal	0594020/9907896	38
15	14/09/2018	Paulo Moreira	Portoviejo	Colón	Colón	0565467/9877410	52
16	14/09/2018	José Loor	Portoviejo	Colón	El Cady	0566679/9875637	51
17	14/09/2018	Stalin Arevalo	Santa Ana	Santa Ana	Las Anonas	0561285/9862918	152

Tabla 10. Características de los 17 puntos de recolectas de larvas en plantaciones de maíz duro cultivado en cantones de Manabí, del proyecto “Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Ecuador. 2018.

Código	Cantón	Sitio	Superficie (ha)	Material	Tipo de semilla	Preparación del terreno	Ciclos/año	Rotación de cultivo
1	Portoviejo	El Tigre	3	Trueno	Certificada	Cero labranza	1	No
2	Portoviejo	Colon-Quimis	3	Trueno	Artesanal	Cero labranza	1	No
3	Tosagua	La Yuca	2	Triunfo	Certificada	Cero labranza	1	No
4	Tosagua	La Yuca	3	No conoce	Certificada	Cera labranza	1	No
5	Jipijapa	El Alto	5	Insignia	Certificada	Cero labranza	1	No
6	Jipijapa	La Pita	0,5	no conoce	Artesanal	Cero labranza	1	No
7	Santa Ana	Teodomira	0,2	INIAP H-603	Certificada	Mecanizada	2	No
8	Bolívar	Quiroga	2	Somma	Certificada	Cero labranza	1	Si
9	Junín	La Ciénega	2	Trueno	Certificada	Cero labranza	1	Si
10	Pajan	La Guaba	1,5	No conoce	No conoce	Cera labranza	1	No
11	Paján	La Guaba	0,5	No conoce	Artesanal	Cero labranza	1	No
12	Rocafuerte	El Horcón	0,5	INIAP H-603	Certificada	Mecanizada	2	No
13	Bolívar	Cabello Afuera	1	Trueno	Artesanal	Cero labranza	1	Si
14	Bolívar	El Bejucal	0,25	Trueno	Artesanal	Mecanizada	1	No
15	Portoviejo	Colón	1	Trueno	Certificada	Mecanizada	2	Si
16	Portoviejo	El Cady	7	Pionner	Certificada	Mecanizada	1	Si
17	Santa Ana	Las Anonas	6	Dekalb	Certificada	Mecanizada	2	Si

Tabla 11. Resultados de la recolecta de larvas de *Spodoptera* en 17 plantaciones de maíz duro cultivado en cantones de Manabí, del proyecto “Caracterización genética de poblaciones de *S. frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Ecuador.

Código	Fecha	Cantón	Edad	Infestación (%)	Severidad (Davis, 1992)	Presencia de <i>Spodoptera</i> todo los años	Incremento del control de <i>Spodoptera</i>	# de larvas recolectadas
1	08/03/2018	Portoviejo	30 días	1	11,11	SI	NO	19
2	08/03/2018	Portoviejo	30 días	12	17,33	SI	NO	40
3	20/03/2018	Tosagua	35 días	16	16,41	SI	NO	39
4	20/03/2018	Tosagua	25 días	9	9,78	SI	NO	35
5	23/03/2018	Jipijapa	25 días	10	7,11	SI	NO	36
6	23/03/2018	Jipijapa	40 días	9	8,44	SI	NO	16
7	27/03/2018	Santa Ana	35 días	56	38,67	SI	SI	39
8	04/04/2018	Bolívar	60 días	47	30,67	SI	NO	40
9	04/04/2018	Junín	40 días	13	19,11	SI	NO	43
10	06/04/2018	Paján	30 días	6	11,11	SI	NO	42
11	06/04/2018	Paján	45 días	18	13,78	SI	NO	41
12	08/08/2018	Rocafuerte	40 días	1	16,00	SI	SI	36
13	31/08/2018	Bolívar	35 días	30	25,78	SI	NO	40
14	31/08/2018	Bolívar	30 días	24	19,56	SI	SI	41
15	14/09/2018	Portoviejo	30 días	5	12,00	SI	SI	40
16	14/09/2018	Portoviejo	35 días	41	36,00	SI	SI	40
17	14/09/2018	Santa Ana	45 días	49	42,22	SI	SI	47
				X = 38,56	X = 37,23			∑ 634

Colector: Cañarte, E.; Navarrete, B.; Solórzano, R.

## Conclusiones

Hasta el momento sólo se puede manifestar que poblaciones de *Spodoptera frugiperda* se encuentra ampliamente distribuida en la zona maicera de Manabí. Será necesario esperar la identificación genética a realizarse durante el 2019, para establecer la diversidad presente y el origen de sus poblaciones.

## Recomendaciones

Hacer seguimiento de las muestras enviadas a los Estados Unidos para obtener la identificación genética de las poblaciones de *S. frugiperda*.

## Referencias bibliográficas

Adamczyk, J. R., Holloway, J. J., Leonard, J. W. y Graves, J. B. (1997). Susceptibility of fall armyworm collected from different plant hosts to selected insecticides and transgenic Bt Algodón. *Journal of Cotton Science*. 1(1): 21-28.

Borror, D., Triplehorn, C y Johnson, N. (1989). *An Introduction to the study of Insects*. Sixth Edition. Sounder College Publishing, USA. 873p.

Campos, Z., Boica-Junior, A., Veriano, W., Campos, R. y Campos, A. (2012). The feeding preferences of *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton plant varieties. *Acta Scientiarum. Agronomy Maringá*, 3(42):125-130.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). ( 2001). Guía para el trabajo de campo en el Manejo Integrado de Plagas del Arroz. Cuarta Edición. Cali, Colombia. Pag. 18.

Consejo de Gobierno del Régimen especial de Galápagos. (2015). Censo de Unidades de producción Agropecuaria de Galápagos. Galápagos. MAGAP-INEC. 116 p.

Coordinación General del Sistema de Información Nacional (CGSIN). 2016. Estimación de superficie sembrada de arroz (*Oryza sativa l.*), maíz amarillo duro (*Zea mays l.*) y soya (*Glycine max*) del año 2016; en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, SantaEelena, Loja y El Oro. [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/estimacion\\_superficie\\_arr\\_oz\\_2016.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/estimacion_superficie_arr_oz_2016.pdf)

Evans, D y Stansly, P. (1990). Weekly Economic Injury Levels for Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Infestation of Corn in Lowland Ecuador. *J. Econ. Entomol.* 83(6): 2452-2454.

Groot, A., Marr, M., Schölf, G., Lorenz, S., Svatos, A. y Heckel, D. (2008). Host strain specific sex pheromone variation in *Spodoptera frugiperda*, *Frontiers in zoology*. 5:20.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2010). Reporte estadístico del sector agropecuario. Recuperado el 7 de noviembre, 2017 de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/espac\\_2010.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/espac_2010.pdf)

Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC). (2016). Reporte estadístico del sector agropecuario. Recuperado el 7 de noviembre, 2017 de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion%20ESPAC%202016.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion%20ESPAC%202016.pdf)

Mitchell, E. r., McNeil, J. N., Westbrook, J.K., Silvain, J.F., Lalanecassou, B., Chalfant, R.B., Pair, S. D., Waddill, A., Sotomayor-Ríos, A y Proshold, F. L. (1991). Seasonal periodicity of fall armyworm, (Lepidoptera, Noctuidae) in the Caribbean basin and northward to Canada. *Journal of Entomological Science*, 26(1):39-50.

Nagoshi, R.N y Meagher, R. (2004). Seasonal Distribution of Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Host Strains in Agricultural and Turf Grass Habitats, *Environmental Entomology*, 33(4):881-889.

Nagoshi R. N., Silvie P., Meagher R. I., Lopez J. y Machado, V. 2007. Identification and Comparison of Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Host Strains in Brazil, Texas, and Florida, *Ann. Entomol. Soc. Am.* 100(3): 394-402 (2007).

Nagoshi, R. N., Murúa, G., Hay-Roe, M., Juárez, L., Willink, E and Meagher, R. (2012). Genetic Characterization of Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Host Strains in Argentina, *J. Econ. Entomol.* 105(2): 418-428 (2012).

Nagoshi, R.N., Fleischer, S., Meagher, R.L, Hay-Roe, M., Khan, A., Murúa, M.G, Silvie, P., Vergara, C y Westbrook, J. (2017). Fall armyworm migration across the Lesser Antilles and the potential for genetic exchanges between North and South American populations, *PLoS ONE* 12(2): e0171743. 10.

Pashley, D. (1986). Host-associated Genetic Differentiation in Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): A Sibling Species Complex?, *Ann. Entomol. Soc. Am.* 79: 898-904.

Peterson, A. (1962). Larvae of insects. Lepidoptera and Hymenoptera. Parte I. *Lepidoptera and plant Infesting Hymenoptera*. 6 ed. Ohio State University. USA. 315p.

Prowell, D. P., M. McMichael y Silvain, J. F. (2004). Multilocus genetic analysis of host use, introgression, and speciation in host strains of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae), *Annals of Entomological Society of America*. 97: 1034-1044.

Ríos-Diez, J. D. y Saldamando-Benjumea, C. I. (2011). Susceptibility of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera. noctuidae) strains from central Colombia to two insecticides: methomyl and lambdacialothrine. a study of the genetic basis of resistance, *J. Eco. Entomol.* 104(5): 1698-1705.

Ríos-Díez, J. D., Siegfried, B. y Saldamando-Benjumea, C. I. (2012). Susceptibility of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) strains from central Colombia to two *Bacillus thuringiensis* endotoxins: Cry1Ab and Cry1Ac, *Southwestern Entomologist*, 37:281-293.

Saldamando C. I y Vélez-Arango A. M.. (2010). Host Plant Association and Genetic Differentiation of Corn and Rice Strains of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Colombia, *Neotropical Entomology*, 39(6):921-929.

Saldamando-Benjumea, C. I, Estrada-Piedrahita, Velasquez-Velez, M. I. and R. I Bailey. (2014). Assortative Mating and Lack of Temporality Between Corn and Rice Strains of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) from Central Colombia. *Journal of Insect Behavior*, 27, (5): 555-566.

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

Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP). (2016). Boletín situacional del maíz duro seco. Recuperado 7 de noviembre, 2017 de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-de-cultivo-2016/file/2926-ma%C3%ADz-suave-choclo>.

Vélez-Arango, A. M., Arango, R. E., Villanueva, D., Aguilera, E y Saldamando C. I.. (2008) Identificación de biotipos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) mediante marcadores mitocondriales y nucleares. *Rev Colomb Entomol*, 34: 145-150.

Wagner, D.L., Schweitzer, D. F., Sullivan, J.B., y Reardon, R. C. (2011). *Owlet Caterpillars of Eastern North America*. Princeton University Press. USA. 576p.

## Anexos

### Anexo 1.

#### Registro de información de las zonas muestreadas en el estudio “Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Ecuador”.

Fecha: \_\_\_\_\_ Código de muestreo: \_\_\_\_\_

Nombre del productor \_\_\_\_\_

Provincia \_\_\_\_\_ Cantón \_\_\_\_\_ Parroquia \_\_\_\_\_

Localidad \_\_\_\_\_

Georreferencia (UTM) \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_

1. Cuántos años cultiva maíz o arroz?: \_\_\_\_\_ años
2. Qué superficie de maíz o arroz sembró este ciclo?: \_\_\_\_\_ ha
3. Qué material de maíz o arroz sembró?: \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_
4. Qué tipo de semilla utiliza?: Certificada \_\_\_\_\_ Artesanal \_\_\_\_\_ Otra \_\_\_\_\_
5. Qué sistema de siembra utiliza? Cero labranza \_\_\_\_\_ Mecanizada \_\_\_\_\_ Otra \_\_\_\_\_
6. Cuantos ciclos de siembra de maíz o arroz realiza al año?: Uno \_\_\_ Dos \_\_\_ Otra \_\_\_
7. Rotación es parte de su manejo?. Si \_\_\_ No \_\_\_ Con qué cultivo? \_\_\_\_\_
8. Qué otros cultivos están presentes en la finca? \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_
9. El cogollero *S. frugiperda* se presenta todo los años? Si \_\_\_ No \_\_\_ Cuántos años? \_\_\_\_\_
10. En los últimos años ha incrementado el número de aplicaciones para cogollero?  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_



### **Proyecto 3. Eficacia de aceites vegetales contra larvas de lepidópteros-plaga del maíz**

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

**Actividad. Bioensayos de la eficacia del aceite de piñón *Jatropha curcas* L. sobre larvas de lepidópteros defoliadores en maíz**

**Responsable:** M.Sc. Bernardo Navarrete C.

#### **Colaboradores:**

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP)

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología EEP)

Ing. Ramón Solórzano (Entomología EEP)

Mg. Wilmer Ponce (Laboratorio de Bromatología)

#### **Antecedentes**

El cultivo de maíz *Zea mays* es importante en el Ecuador, debido principalmente a su uso como alimento de animales de engorde, pero también por su aporte nutricional a la dieta de los ecuatorianos (Villavicencio y Zambrano, 2009). En el 2015 se sembraron 310.788 ha con un rendimiento promedio de 5,58 TM h<sup>-1</sup>, (SINAGAP, 2015). Estos rendimientos son considerados bajos si los comparamos con los obtenidos en la región, existiendo varios factores que impiden que la productividad sea óptima, entre ellos está el daño de insectos masticadores y barrenadores que pueden causar serias pérdidas económicas. Los principales organismos presentes en este complejo son los noctuidos *Spodoptera frugiperda*, *Mocis latipes*, *Heliothis* spp. y el crámbido *Diatraea* spp. (Paliz y Mendoza, 1985; Mendoza, 1994; Valarezo et al., 2016). No obstante, de esta diversidad, se destaca como plaga clave del maíz al gusano cogollero *S. frugiperda* (Fernandez, 2002; Franco-Archundia et al., 2006; Blanco et al., 2016), cuyos daños son citados desde el 10 al 80% (Lima et al., 2010; Franco-Archundia et al., 2006).

El manejo de esta problemática tradicionalmente ha sido realizado teniendo como exclusiva herramienta el control químico. De acuerdo al SINAGAP (2015) un 15% del costo de producción, es utilizado en protección fitosanitaria del cultivo de maíz. Ante estas circunstancias, se precisa la búsqueda de alternativas eficaces, más amigables con el medio ambiente y la salud pública.

#### **Objetivos**

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

#### **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 durante el segundo semestre del 2018, en el laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo, bajo las condiciones de  $23 \pm 2$  °C,  $75 \pm 5$  % HR y fotoperiodo de 12 h.

## Procedimiento

Se estudió la eficacia de dosis de aceites vegetales sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*. Se utilizaron individuos de la cría de *Spodoptera* mantenida en el laboratorio de la EEP, con dieta artificial (Morales et al., 2010). Se realizaron bioensayos con larvas del instar III y IV de *S. frugiperda*. Para el efecto, discos de hoja de 2,5 cm fueron cortados de plantas jóvenes de maíz de aproximadamente 10 a 20 días de edad, libres de plaguicidas. Se estudiaron cuatro tratamientos: aceites de piñón, higuera y nim al 2,0% y un testigo control (agua), las soluciones fueron preparadas en vasos de precipitación, utilizando 100 mL de agua destilada para cada dosis. Se emplearon 20 discos por tratamiento, cada disco fue considerado una réplica. Los discos fueron sumergidos durante 10 segundos en cada solución evaluada, los discos tratados, se colocaron en pequeños vasos plásticos transparentes con tapa perforada o cajas de Petri (anexo 1), conteniendo una larva de *S. frugiperda* del instar larval a evaluar. Al día siguiente se renovó el alimento con discos frescos tratados que fueron introducidos en cada vaso, alimentándose finalmente a las larvas por 48 horas con dieta tratada. A las 24 y 48 horas después de iniciado el experimento, se registró la siguiente información: número de larvas muertas, vivas y porcentaje de disco consumido (IRAC, 2014).

## Resultados

En la primera réplica biológica, no se obtuvo respuesta positiva de las soluciones usadas, encontrando como máximo un 12% de mortalidad a las 48 horas de iniciado el experimento (Figura 19). En la variable porcentaje de consumo del disco foliar, observamos que las hojas tratadas con nim fueron menos consumidas a las 24 y 48 horas del inicio del bioensayo (Figura 20). De acuerdo a lo expresado en el protocolo de esta actividad, al no haber respuesta con los productos se procederá en el 2019 a realizar los bioensayos con dosis más elevadas de los aceites empleados.

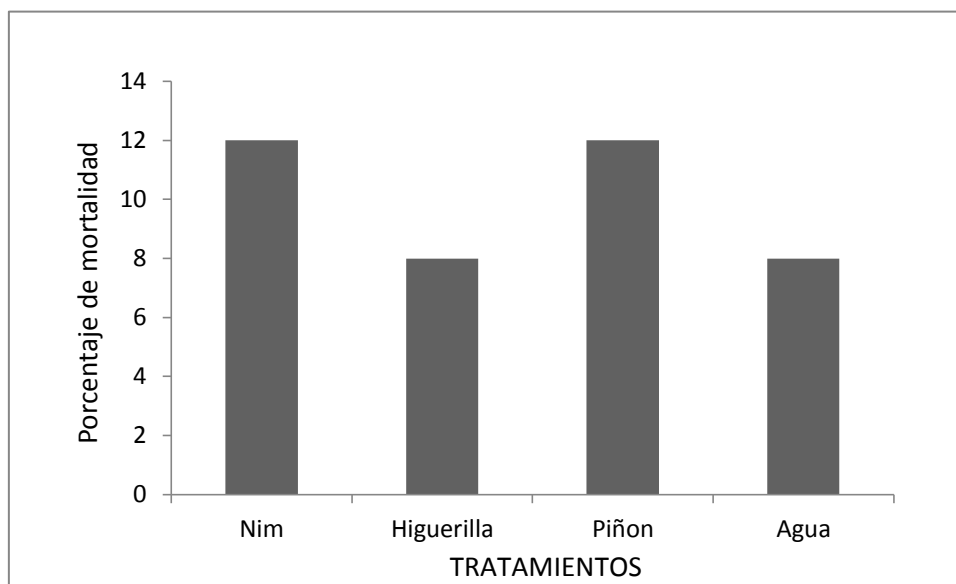


Figura 19. Porcentajes de mortalidad de los aceites vegetales sobre *Spodoptera frugiperda* ( $23 \pm 2$  °C,  $75 \pm 5\%$  HR y fotoperiodo de 12 h.). 2018.

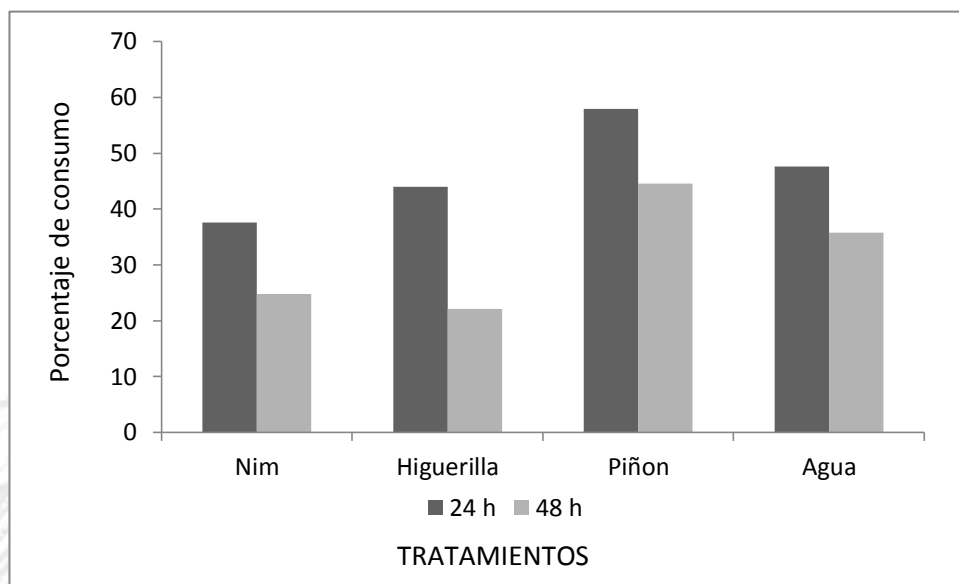


Figura 20. Porcentajes de consumo foliar de larvas de *S. frugiperda* tratadas con aceites vegetales. ( $23 \pm 2$  °C,  $75 \pm 5\%$  HR y fotoperiodo de 12 h.). 2018.

### Conclusiones

Los resultados preliminares no permitieron establecer conclusiones ni recomendaciones, pues se trata de una actividad que continuará ejecutándose en el 2019.

## 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.

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>

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

Valarezo O., Cañarte E., Navarrete B., y Muñoz, X. (2016). Manejo integrado de las principales plagas del maíz. Plegable Divulgativo # 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.

## Anexos



**Anexo 1.** Infestación de larvas de *Spodoptera frugiperda* en bioensayo de eficacia de aceites para el manejo de lepidópteros en maíz ( $23 \pm 2$  °C,  $75 \pm 5\%$  HR y fotoperiodo de 12 h.). 2018.

## **Proyecto 4. Influencia del sistema de producción del cacao sobre la diversidad de polinizadores**

### **Actividad 1. Influencia de sustratos de cría en la diversidad de polinizadores en tres sistemas de producción de cacao fino y de aroma en dos zonas de Manabí**

#### **Responsable:**

Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez, Ph.D. DNPV/EEP/INIAP  
Silvia Montero Cedeño, M.Sc. Investigadora de la ESPAM-MFL

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

Ernesto Cañarte Bermúdez, Ph.D. Entomología-EEP  
Bernardo Navarrete Cedeño, M.Sc. Entomología-EEP  
Ramón Solórzano Faubla, Ing. Entomología-EEP  
Antonio Pinargote Borrero, Ing. Asistente de campo Entomología INIAP-EEP  
Silvia Montero Cedeño, M.Sc. ESPAM-MFL

#### **Otros colaboradores:**

Universidad Del Zulia (Venezuela). División de Estudios para Graduados:  
Pedro Sánchez Ph.D (Tutor de tesis doctoral de la M.Sc. Silvia Montero)  
Ernesto Cañarte Bermúdez, Ph.D. Entomología-EEP-Ecuador (Co-tutor de tesis)  
Ciolys Colmenares, Ph.D. (Asesor)  
Giancarlo Piccirillo, Ph.D. (Asesor)

#### **Antecedentes**

Ecuador es por tradición un gran productor de cacao, reconocido por ser el proveedor del 70% de la producción mundial de cacao fino y de aroma. Se lo cultiva en diversas zonas agroecológicas del país y es considerado producto de identidad territorial. Se estiman aproximadamente 450.000 ha de cacao, con un bajo promedio nacional de producción de 6 qq/ha/año (Ríos, 2013).

Estos bajos rendimientos, son atribuidos a varios factores, entre ellos la edad avanzada de muchas plantaciones, manejo inadecuado del cultivo, problemas fitosanitarios, principalmente enfermedades, que terminan afectando el potencial productivo (Young, 1982). A esto se suma un factor que puede tener gran influencia en la producción del cacao, como es la actividad de las poblaciones de insectos polinizadores, que requieren condiciones ecológicas, que muchas veces no son provistas en la plantación, como es el manejo adecuado de los sistemas de producción (Bos, 2007) y la poca importancia dada a la existencia dentro de estos sistemas de sustratos alimenticios, que sirven como sitios de alimentación, reproducción y refugios para polinizadores del cacao.

El cacao puede sembrarse solo o en asocio con especies forestales, cuando esto sucede se crea un ambiente favorable para la abundancia de especies polinizadoras, como en los

sistemas agroforestales, que brindan beneficios ambientales como biodiversidad, sombra, regulación de vientos y mejoramiento del suelo; además de los aportes económicos que se obtienen debido a la diversidad de la producción agrícola y forestal (Jaenicke et al., 2000; Ramos, 2011). Otros sistemas, son aquellos donde se lo asocia con frutales como naranja, banano, guaba, tamarindo, etc. (Negreros-Castillo et al., 1999; Zamora et al., 2001; Beer et al., 2003; López y Orozco, 2003; Esquivel et al., 2003; Peeters et al., 2003; Asare, 2005), que según estos autores favorecen la actividad de polinizadores.

El 90% de la cosecha de cacao depende que la polinización se realice adecuadamente (FAO, 2008), esta polinización es básicamente entomófila, ya que la disposición de estructuras florales, la incompatibilidad del cacao y su polen pegajoso, no facilitan la polinización a través de otros agentes naturales como el viento.

Dípteros de la Familia Ceratopogonidae, son los principales insectos responsables de la polinización en cacao (Adjaloo y Oduro, 2013), la cual es altamente dependiente de la sincronización de las poblaciones de estas mosquitas con los ciclos de floración y factores ambientales, principalmente la precipitación, que influye directamente en su actividad.

Entre los géneros de mayor relevancia, están *Forcipomyia*, *Dasyhelea* y *Atrichopogon*, que poseen las características morfológicas necesarias para realizar la actividad polinizadora (Kaufmann, 1974; Soria et al., 1980; Young, 1983; Borkent y Spinelli, 2007; Córdoba et al., 2013), siendo, ciertas especies de *Forcipomyia* spp. las que se encuentran altamente especializadas para polinizar las flores del cacao, por sus características morfológicas específicas de tamaño y disposición de setas en el cuerpo (Brew, 1984; Pesantes, 2011), adaptadas a la compleja estructura floral del cacao, que parece exclusivamente diseñada para la actividad polinizadora de estas mosquitas, que transfieren el polen con facilidad hasta el estigma de la flor.

Para la conservación de estos polinizadores, se recomienda mantener locales de refugio que son principalmente cascarnes del cacao luego de la cosecha, los mismos que deben ser distribuidos uniformemente en la plantación (Valarezo et al., 2012), además de pseudotallo de plátano y la misma hojarasca de cacao, que también sirven de fuente de alimentación y reproducción (INIAP, 2015). Sin embargo, muy pocos productores conocen y realizan estas labores que fomenten la permanencia e incremento de poblaciones de insectos polinizadores (Soria, 1973; Kaufmann, 1975; Soria et al., 1980; Brew, 1984).

La escasa ocurrencia y actividad de insectos polinizadores en cacaotales puede ser el resultado de la falta de un balance entre factores bióticos y abióticos en el ecosistema, que constituye según Soria (1984) una condición indispensable para la sobrevivencia de estos organismos, lo cual es frecuentemente ignorado, ya que los servicios esenciales de los ecosistemas pueden sufrir, cuando grupos funcionales, como polinizadores de la Familia Ceratopogonidae son afectados negativamente por diferentes usos de suelo (Klein et al., 2002) o el espaciamiento entre arboles (Kaufmann, 1975), entre otros.

En Manabí, el cacao es cultivado en sistemas que van desde el monocultivo hasta asociado con árboles frutales y forestales, poco estudiados, por lo que no se conoce con certeza la interacción de insectos polinizadores con estos sistemas; este conocimiento de las poblaciones de polinizadores, es fundamental para el desarrollo de programas de manejo adecuado de insectos útiles y dañinos en estos sistemas. Actualmente en la provincia se desconoce el estado de la diversidad de las poblaciones de insectos polinizadores Ceratopogonidae y su relación con los sistemas de producción de cacao. Este desconocimiento puede ser riesgoso en tanto que se pueden estar incurriendo en medidas y prácticas que desfavorezcan las poblaciones de estos importantes organismos.

Esta investigación permitirá obtener información valiosa para técnicos y productores, sobre la relación existente entre la diversidad de polinizadores en los sistemas de producción del cacao y el rol de las diferentes sustratos como fuente alimenticia, refugio y reproducción de estos organismos, con la finalidad de aportar al mejoramiento de la productividad de este importante renglón de la economía ecuatoriana.

### **Objetivo General**

Demostrar la influencia de los sistemas de producción de cacao fino sobre la diversidad de polinizadores de la familia Ceratopogonidae y su impacto sobre la productividad en Manabí.

### **Objetivos Específicos**

Identificar las especies de polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae) y su dinámica temporal asociados a tres sistemas de producción de cacao fino en dos zonas de Manabí.

Estimar la influencia de tres sistemas de producción de cacao fino sobre la riqueza y abundancia de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae) en dos zonas de Manabí.

Evaluar la influencia de tres sustratos alimenticios sobre la población de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae) en tres sistemas de producción de cacao fino en dos zonas de Manabí.

Registrar la biología floral del cacao en tres sistemas de producción en dos zonas de Manabí.

### **Metodología**

El protocolo “Influencia de sustratos de cría en la diversidad de polinizadores en tres sistemas de producción de cacao fino y de aroma en dos zonas de Manabí”, 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° 026, de fecha 05 de diciembre de 2018.



## Ubicación

El presente estudio está planificado para realizarse entre el periodo agosto/2018 a diciembre /2019, en dos zonas de la provincia de Manabí, que corresponden al área influencia del valle del Río Portoviejo y Carrizal-Chone. En cada zona se estudian tres sistemas de producción y tres sustratos alimenticios.

## Características del área experimental

Característica	ZONAS DE ESTUDIO	
	Valle del Río Portoviejo: Lote Teodomira, (Lodana-Santa Ana) <sup>1</sup>	Valle del Carrizal-Chone: sitio Plata (Canuto-Chone) <sup>2</sup>
Latitud sur	01°09'51"	00°49'23"
Longitud oeste	80°23'24"	80°11'01"
Altitud	60 msnm	15 msnm
Temperatura promedio	26,4 °C	27 °C
Precipitación media anual	851,57 mm	1200 mm
Humedad relativa	81%	82,3%
Topografía	Plana	Plana
Tipo de suelo	Franco	Franco-arenoso

*Fuente: 1/. Anuarios Meteorológicos del INAMHI (2011-2016). Estación Meteorológica La Teodomira (UTM), Lodana Santa Ana-Manabí.*

*2/. Estación Meteorológica de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL). El Limón, cantón Bolívar-Manabí (2016).*

A continuación se describe brevemente los sistemas de producción por zona de estudio:

Sistema	Descripción del sistema/zona	
	Valle del Río Portoviejo: Lote Teodomira, (Lodana-Santa Ana)	Valle del Carrizal-Chone: sitio Plata (Canuto-Chone)
1	Asociación de cacao híbridos con frutales (cítricos-naranja)	Asociación de cacao con frutales (cítricos-mandarina, mango)
2	Asociación de cacao híbridos con especies forestales (amarillo de Guayaquil)	Asociación de cacao con especies forestales (Laurel)
3	Cacao monocultivo (clones EET 103, EET 96, EET 95)	Cacao monocultivo (varios materiales)

## Unidad experimental

Parcela experimental de cacao conformada de nueve árboles cada una, donde se registra la información requerida. La composición de genotipos de cacao nacional en el sistema está en función de la zona de estudio, siendo diversa, dada la incompatibilidad de los materiales de cacao.

## Factores en estudio

### A. Sistemas de producción de cacao

- A1. Cacao + frutales
- A2. Cacao + especies forestales
- A3. Cacao monocultivo

## B. Sustratos alimenticios

- B1. Cascara de cacao
- B2. Pseudotallo de plátano/banano
- B3. Hojarasca de cacao

## Tratamientos

Trat.	Nomenclatura	Sistema de Producción de cacao	Sustrato alimenticio
1	A1B1	Cacao + frutales	Cascara de cacao
2	A1B2	Cacao + frutales	Pseudotallo de plátano/banano
3	A1B3	Cacao + frutales	Hojarasca de cacao
4	A2B1	Cacao + especies forestales	Cascara de cacao
5	A2B2	Cacao + especies forestales	Pseudotallo de plátano/banano
6	A2B3	Cacao + especies forestales	Hojarasca de cacao
7	A3B1	Cacao monocultivo	Cascara de cacao
8	A3B2	Cacao monocultivo	Pseudotallo de plátano/banano
9	A3B3	Cacao monocultivo	Hojarasca de cacao

## Procedimiento

Fueron seleccionadas dos plantaciones con los sistemas descritos anteriormente. En cada uno de los tres sistemas se está registrando la riqueza y abundancia de los polinizadores monitoreados en tres sustratos alimenticios (cascara de cacao, pseudotallo de plátano/banano y hojarasca).

En cada sistema, se delimitó nueve parcelas conformadas por nueve árboles cada una, que corresponden a los tres sustratos con tres replicas (unidades experimentales de muestreo). Una trampa tipo “pirámide” fue ubicada en cada parcela. El sustrato de cada trampa es renovado una vez al mes, coiscidiendo con los periodos de cosecha y en cada ocasión y parcela se conforman dos montículos del sustrato correspondiente, uno para la colocación de la trampa y el otro como atrayente de polinizadores, ubicados en diagonal (cuadrante opuesto). En el caso de los sustratos cáscara de cacao y pseudotallo de plátano, son dejados expuestos a la descomposición y oviposición de ceratopogonidos por tres días, sólo después de este periodo se cubren con las trampas. Considerando que los nueve árboles en cada parcela, forman cuatro cuadrantes, se tiene la precaución que en cada ocasión que se renueva el sustrato, se reubica la trampa en algún otro de los cuadrantes dentro de la parcela, con la finalidad de que las capturas de insectos polinizadores sean una representación de toda la parcela en estudio. La trampa utilizada es aquella ideada por Winder y Silva y modificada por Mendoza (1980), que consiste en una pirámide, hecha de madera de 0.70 m de altura y con base de 0,50 x 0,50 m. esta trampa permanece herméticamente cerrada, exceptuando una abertura superior y lateral, donde se colocará un tubo de vidrio, en cuyo extremo hay un frasco de vidrio de 9 cm, conteniendo alcohol

al 70%, donde se capturaran los especímenes que emerjan de las trampas, principalmente ceratopogónidos (Figura 21).



Figura 21. Esquema de la trampa propuesta por Winder y Silva y modificada Mendoza (1980), para la captura de insectos.

### Diseño experimental

Se utiliza un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con submuestras, el esquema del ADEVA se presenta a continuación (Zamudio y Alvarado, 1996).

F de V		GL
Unidad experimental ( $r$ )	$tb-1$	(8)
Bloque ( $b$ )	$b-1$	2
Tratamiento ( $t$ )	$t-1$	2
Error Experimental	$(b-1)(r-1)$	4
Error de muestreo	$tb(r-1)$	18
Total	$rtb-1$	26

Unidad experimental ( $r$ ) = Sitios de crianza

Bloque ( $b$ )= Sistemas de cultivo

Tratamiento ( $t$ )= Sustratos

### Características del campo experimental

Número de tratamientos (sustratos)/sistema(bloque):	3
Número de bloques (sistema):	3
Número de unidades experimentales (trampas)/sistema (bloque):	9
Número de hileras/parcela:	3
Número de plantas/hileras/parcela:	3
Número de plantas/parcela:	9
Distanciamiento del sistema en La Teodomira-Santa Ana:	
- Cacao + frutales	3 x 3 m / 10 x 10 m
- Cacao + árboles	4 x 2,5 m / 19 x 16 m
- Cacao monocultivo	4 x 4 m
Distanciamiento del sistema en Canuto-Chone:	
- Cacao + frutales	3 x 2,5 m / 20 x 10 m
- Cacao + árboles	3 x 2,5 m / 15 x 15 m
- Cacao monocultivo	3 x 2,5 m
Árbol útil:	1 (central)
Área total del experimento/localidad:	5000 m <sup>2</sup>

## **Análisis estadístico**

De cumplirse los supuestos o requisitos para el ANOVA (homogeneidad, normalidad, independencia y aditividad), se analizarán los datos mediante estadística paramétrica (Montgomery, 1984). Para la separación de medias, se aplicará la respectiva prueba de significación de Tukey (0,05). Si fuese necesario, se realizarán transformación de la raíz cuadrada o transformación angular o de arcoseno, según sean datos numéricos enteros procedentes de conteos, o datos transformados en porcentaje, respectivamente. En caso de comprobarse la falta de normalidad de los datos, se utilizará la estadística no paramétrica, recomendándose aplicar la prueba de Friedman con k muestras (Steel y Torrie, 1988). Además se utilizarán técnicas de la estadística descriptiva, que ayuden a la interpretación de los resultados del comportamiento de los polinizadores. Las poblaciones de polinizadores se correlacionarán con variables ambientales. Para los análisis se empleará el paquete estadístico Agricolae del Software estadístico RStudio versión 1.0.153. (Mendiburu, 2017).

**Análisis faunístico:** La riqueza y abundancia estimada de los insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae), presentes en las parcelas de cacao con tres sustratos alimenticios bajo los tres sistemas de producción, será expresada en número de especies e individuos. Se realizará un análisis faunístico considerando todas las especies de polinizadores Ceratopogonidae reportados en los tres sustratos y tres sistemas en estudio. Este análisis consistirá en el cálculo de los índices de diversidad, dominancia, abundancia y frecuencia de cada especie. Se considerará todos los ceratopogonidos colectados y separadamente por cada una de las colectas en cada trampa. Se utilizará 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 determinará por el índice Shannon-Weaver y la dominancia por el método de Kato, que considera la abundancia y frecuencia de las especies colectadas (Laroca y Mielke 1975 citado por Lofego y Moraes (2006)). Las especies se clasificarán como súper dominante (SD), dominante (D) o no dominante (ND). La abundancia será determinada por la suma total de los individuos de cada especie. Se empleará 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 establecerán las siguientes clases de abundancia: súper abundante (sa), muy abundante (ma), abundante (a), común (c), dispersa (d) o rara (r). La frecuencia se determinará estableciéndose la clase de frecuencia de acuerdo con cada intervalo de confianza de la media aritmética al 5% de probabilidad. Se determinarán las siguientes clases de frecuencia: súper frecuente (SF), muy frecuente (MF), frecuente (F) o poco frecuente (PF) (Lofego y Moraes, 2006).

## **Métodos de Evaluación**

### **Identificación de polinizadores**

Quincenalmente, las nueve trampas de cada sistema, están siendo revisadas y el contenido de los frascos es retirado, reemplazándolo por alcohol 70% limpio. Las muestras obtenidas son trasladadas al laboratorio de Entomología de la Estación Portoviejo del INIAP, donde con ayuda de un estero microscopio, está siendo analizado el contenido de cada frasco y separar por características taxonómica, las diferentes morfo-especies de polinizadores de la Familia Ceratopogonidae presente en cada sustrato y sistema en estudio (Borrór et al., 1989; Delvare et al., 2002). Al mismo tiempo son contabilizados y conservadas en alcohol al 70% para su posterior identificación (Marino y Spinelli, 2008). Se utilizará la colección de referencia del DNPV-Entomología de esta Estación.

### **Dinámica poblacional**

Los datos quincenales de las poblaciones de cada una de las especies de polinizadores Ceratopogonidae, están siendo acumulados mensualmente y servirán para analizar la dinámica temporal de las especies de mayor abundancia asociados a cada sustrato y sistema de producción para relacionar con factores ambientales durante el año de investigación.

### **Influencia de los sistemas de producción sobre la riqueza y abundancia de insectos polinizadores**

Una vez se cuente con la totalidad de los datos de las poblaciones de especies de polinizadores Ceratopogonidae capturados en tiempo y espacio, será determinada la riqueza y abundancia de estas especies asociadas al sistema de producción de cacao, utilizándose un análisis faunístico.

### **Influencia de sustratos alimenticios sobre la población de insectos polinizadores**

Con la misma metodología anteriormente citada, se utilizarán los datos de las poblaciones de especies de polinizadores Ceratopogonidae, capturados en tiempo y espacio, con la finalidad de establecer mediante el análisis faunístico la influencia de los sustratos sobre la diversidad de estos organismos en cada sistema.

### **Porcentaje de polinización y fecundación de flores de cacao en cada sustrato y sistema**

Durante un mes, se seleccionará en el árbol central de cada parcela y sistema, una rama y en cada una de ellas, se contabilizarán el número de flores completamente cerradas, eliminando aquellas flores abiertas; éstas serán contabilizadas y acompañadas hasta aproximadamente 21 días después. Las evaluaciones se efectuarán en los días 1, 3, 9, 15 y 21 después de iniciada la prueba. Al final de la prueba se determinará el número de flores polinizadas y número de frutos fecundados.

### **Rendimiento**

Adicionalmente, con frecuencia mensual se está evaluando el rendimiento en los nueve árboles de cada parcela, considerando las siguientes variables:

- Número de frutos cosechados: Se contabiliza el número total de mazorcas (grandes, medianos y pequeños) cosechadas/parcela/mes.

- Peso de almendras frescas: Una vez registrado los datos anteriores, se procede a extraer las semillas de cacao, que son pesadas en kg/parcela.
- Número de frutos enfermos: se contabiliza los frutos enfermos en cada cosecha, con la finalidad de aislar las causas de la pérdida de rendimiento.

Los datos mensuales servirán para analizar la dinámica de producción en cada sustrato y sistema. Finalmente al término del estudio, se obtendrá un acumulado por año del número y peso de frutos de cacao, que serán transformará a rendimiento en kg/ha/año.

## Resultados

Entre el periodo agosto a diciembre de 2018, se han realizado nueve colectas de polinizadores en cada una de las dos zonas de muestreo (Lodana y Canuto). Las muestras están siendo procesadas y las recoletas continuaran durante el 2019, al término del cual se realizará los análisis estadísticos y faunístico correspondientes. Adicionalmente, también se han efectuado a la fecha, tres cosechas de cacao en cada uno de los dos sitios del experimento.

## Actividad 2. Diversidad de polinizadores en tres sustratos alimenticios en una plantación monocultivo de cacao fino y de aroma

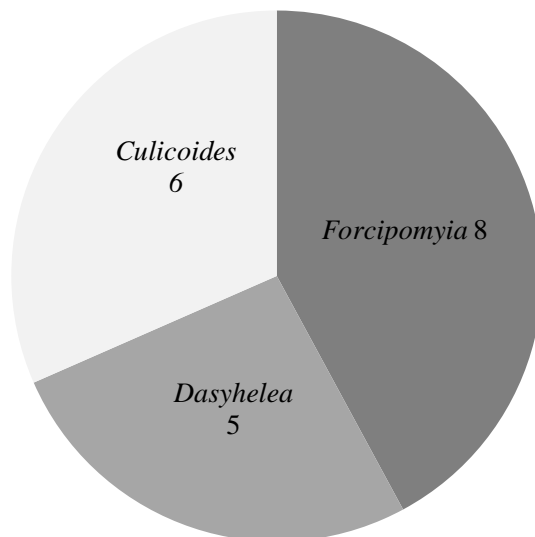
### Procedimiento

Entre los meses de julio y agosto de 2018, en el marco del acuerdo establecido entre la Estación Experimental Portoviejo (EEP) y la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL), se planificó y ejecutó dentro de este proyecto, un estudio previo para observar el efecto de sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cascara de cacao y hojarasca), sobre la diversidad de polinizadores de la familia Ceratopogonidae asociados al cacao, en la zona de influencia del Carrizal-Chone. Para esto se escogió un lote de cacao fino y de aroma, bajo el sistema monocultivo, ubicado en el campus politécnico de la ESPAM-MFL, localizado en el sitio El Limón, del cantón Bolívar.

Para el efecto se utilizó la misma metodología antes descrita. Se logró realizar nueve colectas en los tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cascara de cacao y hojarasca), mismas que fueron procesadas, analizadas y a continuación se describen:

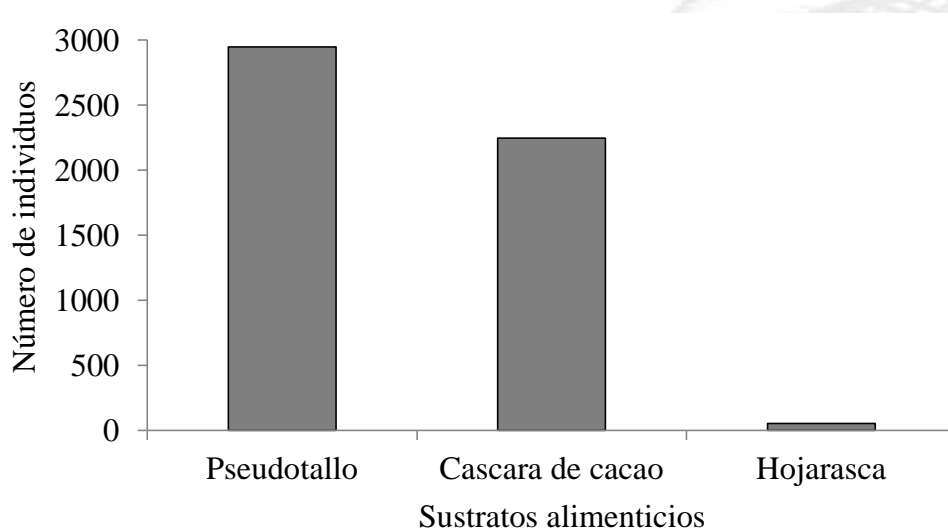
### Resultados

Durante este estudio se logró contabilizar en total 5247 especímenes de insectos polinizadores de la familia Ceratopogonidae, agrupadas en 19 morfo-especies (Anexo 1), de los géneros *Forcipomyia* (8 especies), *Culicoides* (6 especies) y *Dasyhelea* (5 especies) (Figura 22).



**Figura 22.** Distribución de la riqueza de morfo-especies de insectos (Diptera: Ceratopogonidae) en una plantación de cacao fino y de aroma. ESPAM-MFL, 2018.

En la figura 23, se observa que la mayor abundancia de ceratopogonidos en esta investigación, se produjo en el cacao que contenía pseudotallo de plátano como sustrato, con 2949 especímenes, seguido del sustrato con cascara de cacao que alcanzó 2245 especímenes, diferenciándose sustancialmente del sustrato hojarasca, donde sólo fueron colectados 53 especímenes. Cuando se analizó la riqueza de estos polinizadores en cada sustrato alimenticio, se determinó que en el sustrato con pseudotallo se reportó 18 morfo-especies de ceratopogonidos, 17 en la cascara de cacao y siete en la hojarasca.



**Figura 23.** Abundancia de insectos (Diptera: Ceratopogonidae) en tres sustratos alimenticios en una plantación de cacao fino y de aroma. ESPAM-MFL, 2018.

Cuando se realizó el análisis faunístico con los resultados obtenidos en este estudio, en los tres sustratos alimenticios, se observó que la morfo-especie 3 (*Dasyhelea* sp.1), se

presentó como la única especie superdominante (SD), superabundante (sa) y superfrecuente (SF) en los tres sustrato alimenticios (Tabla 12), seguido de las morfo-especies 6 (*Dasyhelea* sp.2), y 10 (*Culicoides* sp.3), que se presentaron como dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en los sustratos pseudotallo de plátano y cascara de cacao. Mientras que la morfo-especie 16 (*Culicoides* sp.5), se presentó como dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), solamente en el sustrato pseudotallo (Tabla 12). No obstante, el número de morfo-especies en los sustratos pseudotallo y cascara de cacao fue muy similar, se observa un mejor índice de diversidad en el sustrato cascara de cacao, siendo su valor (0,8831) el más cercano a 1 (Tabla 13).



**Tabla 12.** Número de individuos y reportes de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae) presentes en tres sustratos alimenticios en una plantación de cacao fino y de aroma en sistema monocultivo, con sus niveles de dominancia, abundancia y frecuencia. ESPAM. 2018.

Morfo-especie	Géneros	Sustrato alimenticio/refugio														
		Pseudotallo de plátano					Cascara de cacao					Hojarasca				
		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>	N <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	A <sup>4</sup>	F <sup>5</sup>
1	<i>Culicoides</i> sp.1	9	2	ND	r	PF	6	4	ND	r	PF	-	-	-	-	-
2	<i>Dasyhelea</i> sp.1	2009	8	SD	sa	SF	1844	9	SD	sa	SF	14	2	D	a	MF
3	<i>Forcipomyia</i> sp.1	30	5	ND	c	F	51	7	D	ma	MF	3	1	ND	c	F
4	<i>Dasyhelea</i> sp.2	231	8	D	ma	MF	75	8	D	ma	MF	1	1	ND	d	PF
5	<i>Culicoides</i> sp.2	7	1	ND	r	PF	21	4	ND	c	F	-	-	-	-	-
6	<i>Forcipomyia</i> sp.2	21	3	ND	d	PF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	<i>Dasyhelea</i> sp.3	71	5	D	c	F	7	2	ND	r	PF	-	-	-	-	-
8	<i>Culicoides</i> sp.3	130	5	D	ma	MF	91	5	D	ma	MF	3	1	ND	c	F
9	<i>Forcipomyia</i> sp.3	45	6	ND	c	F	39	6	D	a	MF	-	-	-	-	-
10	<i>Forcipomyia</i> sp.4	59	8	D	c	F	11	5	ND	d	PF	6	2	ND	c	F
11	<i>Culicoides</i> sp.4	31	4	ND	c	F	13	6	ND	c	F	-	-	-	-	-
12	<i>Forcipomyia</i> sp.5	10	3	ND	r	PF	3	2	ND	r	PF	-	-	-	-	-
13	<i>Culicoides</i> sp.5	221	5	D	ma	MF	29	2	D	c	F	-	-	-	-	-
14	<i>Dasyhelea</i> sp.4	42	1	ND	c	F	2	1	ND	r	PF	-	-	-	-	-
15	<i>Dasyhelea</i> sp.5	-	-	-	-	-	24	1	ND	c	F	-	-	-	-	-
16	<i>Forcipomyia</i> sp.6	11	3	ND	d	PF	15	4	ND	c	F	24	2	D	ma	MF
17	<i>Forcipomyia</i> sp.7	12	3	ND	d	PF	11	2	ND	d	PF	-	-	-	-	-
18	<i>Culicoides</i> sp.6	6	1	ND	r	PF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	<i>Forcipomyia</i> sp.8	4	2	ND	r	PF	3	1	ND	r	PF	2	1	ND	c	F
Σ		2949					2245					53				

<sup>1</sup>Número de especímenes; <sup>2</sup>Reportes de ocurrencia; <sup>3</sup>Dominancia (método 2. Sakagami y Larroca): SD = súper dominante, D = dominante, ND = no dominante; <sup>4</sup>Abundancia: sa = súper abundante, ma = muy abundante, a = abundante, c = común, d = dispersa, r = rara; <sup>5</sup>Frecuencia: SF = súper frecuente, MF = muy frecuente, F = frecuente, PF = poco frecuente. - Especie no presente.

**Tabla 13.** Número de morfo especies de polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae), índices de Shannon-Weaner para diversidad y equidad de los polinizadores asociados presentes en tres sustratos alimenticios en una plantación de cacao fino y de aroma en sistema monocultivo, ESPAM. 2018.

Sustrato alimenticio	No de morfo especies	Diversidad (H)	Varianza	Intervalos de confianza (IC)		Índice de Uniformidad (E)
				Min.	Max.	
Pseudotallo de plátano	18	1,3310	0,0008	1,330005	1,332024	0,4605
Cascara de cacao	17	0,8831	0,0010	0,881730	0,884426	0,3117
Hojarasca	7	1,4807	0,0138	1,448378	1,513012	0,7609

## Conclusiones

Preliminarmente se desprende de este estudio previo, que existe una marcada diferencia en la abundancia de insectos polinizadores de la familia Ceratopogonidae, asociados al sustrato alimenticio. Destaca en abundancia el pseudotallo de plátano.

## Recomendación

Estos resultados permitieron recomendar la instalación del experimento probando estos sustartos alimenticos pero en tres sistemas y dos zonas de producción de cacao.

## Referencias bibliográficas

Adjaloo, M. y Oduro, J. (2013). Insect assemblage and the pollination system in Cocoa (*Theobroma cacao* L). *Journal of Applied Biosciences*, 62:4582-4594.

Asare, R. (2005). Cocoa agroforests in West Africa: A look at activities on preferred trees in the farming systems. *Horsholm, Denmark, Danish Centre for Forest Landscape and Planning. Forest y Landscape Working Papers* 6:77.

Azhar, I. y Wahi, M. (1984). Pollination of cocoa in Malaysia: identification of taxonomic composition and breeding sites, ecology and pollinating activities, and seasonal abundance. *The Incorporated Society of Planters*. p. 77-89.

Beer, J., Harvey C.A., Ibrahim M., Harmand, J.M., Somarriba, E. y Jiménez, F. (2003) *In XII World forestry congress; forest source of life (2003, Quebec, Canada). Proceedings. Quebec, Canada. B. Forest for the planet*. p. 417 - 424. Traducido al español por Patricia Hernández, CATIE, Turrialba, Costa Rica

Besemer, H., y Soria, S. (1978). Laboratory rearing of *Forcipomyia* spp. midges (Diptera, Ceratopogonidae) 1 Adult feeding, larval feeding and copulation trials; a revision of Saunders method of rearing. *Theobroma* , 8:43-59.

Borkent, A. y Spinelli G.R. (2007). Neotropical Ceratopogonidae (Diptera: Insecta). In Adis, J., J. R. Arias, G. Rueda-Delgado y K. M. Wattzen (Eds): *Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA)*. Vol 4. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, 198 pp.

Borror, D. J., DeLong, D. M. y Triplehorn, C. A. (1981). *An introduction to the study of insects*. Philadelphia: Saunders College Pub.

Bos, M. S. (2007). Shade tree management affects fruit abortion, insect pests and pathogens of cacao. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 201-205.

Brew, A.H. (1984). Studies on Cocoa Pollination in Ghana. In *Proceedings of 9th International Cocoa Research Conference*, Lome 567-571.

Córdoba, C., Cerda R., Deheuvels O., Hidalgo E. y Declerck F. (2013). Polinizadores, Polinización y Producción Potencial de Cacao en Sistemas Agroforestales de Bocas del Toro, Panamá. *Agroforestería en las Américas*, 49, 26-32.

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-manso e plantas espontâneas associadas. *Agroecossistemas* 4:17-32.

Delvare, G., Aberlenc, Henri-Pierre, Michel B. y Figueroa A. (2002). Los insectos de África y de América Tropical. Claves para la identificación de las principales familias. CIRAD, Montpellier-France. 259p.

Esquivel, H., Ibrahim M., Harvey C.A, Villanueva C., Benjamín T. y Fergus L.S. (2003). Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10(39-40): 24-29.

Food and Agriculture Organization. (2008). Polinización, un servicio del ecosistema. Consultado el 30 de Octubre de 2008. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0112e/i0112e06.pdf>.

Gots, S. y Harvey C. (2007). Biodiversity conservation in cocoa production landscapes: an overview. *Biodiversity and Conservation*, 16 (8.)

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2015). Informe Técnico Anual - estación Portoviejo, Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) Entomología-Fitopatología.

Jaenicke, H., Simons A.J., Maghembe J.A., y Weber J.C. (2000). Domesticating indigenous fruit trees for agroforestry. *Acta Horticulturae*, 523:45-52.

Kaufman, T. (1974) Behavioral biology of a cocoa pollinator, *Forcipomyia inornatipennis* (Diptera: Ceratopogonidae) in Ghana. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 47 (4):541-548.

Kaufmann, T. 1975. Studies on the ecology and biology of a cocoa pollinator, *Forcipomyia squamipennis* I. y M. (Diptera: Ceratopogonidae), in Ghana, Cocoa Research Institute. *Bulletin Entomology Research* 65, 263-268.

Klein, A.M., Steffan-Dewenter, I., Buchori D y T. Tschardt (2002). Effects of land-use Intensity in tropical agroforestry systems on coffee flower-visiting and trap-nesting bees and wasps. *Conservation Biology* 16, 1003- 1014.

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.

López, A. y Orozco A.L. (2003). Tipología y manejo de fincas cafetaleras en San Ramón y Matagalpa. Tesis Ing. Forestal. Managua, Nicaragua, UNA. 86 p.

Marino P. y Spinellii G. (2008). Biting Midges of the *Forcipomyia* (*Forcipomyia*) *argenteola* group in Southern South America, with description of a new species and a key to the Neotropical species (Diptera: Ceratopogonidae). *Rev. Biol. Trop.* (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 56 (2): 789-794.

Mendoza, J. (1980). Comparación de diferentes sitios de crianza para insectos polinizadores del cacao. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Portoviejo, EC. Universidad Técnica de Manabí. 69 p.

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

Montgomery, D. (1984). *Design and Analysis of Experiments*. Edit. John Wiley and Sons. New York, 538p.

Negreros-Castillo, P., Fabrice A.J. y De Clerk F. 1999. Establecimiento de sistemas agroforestales multiestrato. *Red, Gestión de Recursos Naturales*, 14: 18-21.

Peeters, L.Y.K., Soto-Pinto L., Perales H., Montoya G. y Ishiki M. (2003). Coffee production, timber and firewood in traditional and Inga shaded plantations in Southern Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95: 481-493.

Pesantes, D. (2011). *Información sobre polinización de algunos arbustos y árboles de importancia agrícola y apícola*. Universidad de Puerto Rico, 11-14, 2011.

Ríos, F. (2013). *Estrategia para la Promoción de Exportaciones de Cacao Ecuatoriano*. Quito: PROECUADOR, CORPEL.

Silveira-Neto, S., Nakano O., Barbin D. y Villa-Nova N.A. (1976). *Manual de Ecología dos Insetos*. São Paulo, Brasil,

Soria, S. 1973. Locais de coleta e distribuicao de *Forcipomyia* (Díptera, Ceratopogonidae) relacionadas com a floracao e frutificao do cacauero na bahía, Brasil. *Theobroma*, Itabuna, Brasil, 3 (2): 41-49.

Soria, S. (1979). Insectos polinizadores: *Forcipomyia* métodos para aumentar la polinización y sus efectos sobre la producción In 7ª conferencia internacional de pesquisas em cacau.

Soria, S. (1980). Insect pollination of cacao in Costa Rica. 1. Preliminary list of the ceratopogonid midges collected from flowers. *Theobroma* 10 (2): 61-69.

Soto, R. (1980). Proyecto para el estudio de los sistemas de producción de cacao de Sonocusco, Chiapas, México. Instituto de Investigaciones Agrícolas. 50 p.

Soria, S. y Chapman R.K. (1984). The floral biology of cacao: 2. Observations on foraging activity of Forcipomyia midges. *Theobroma* 14(1):53-59.

Steel, R. y Torrie J. (1988). *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. Segunda Edición. México 622p.

Valarezo, O. Cañarte, E. y Navarrete, B. 2012. Artrópodos asociados al cultivo de cacao en Manabí. *La Técnica*. 07:34-42.

Winder, J. (1977). Recent research on insect pollination of cocoa. *Cocoa Growers Bulletin*, 26: 11-19.

Young, A. (1982). Effects of shade cover and availability of midge breeding sites on pollinating midge population and fruit set in two cocoa farm. *Journal of Applied Ecology*, 19:47-63.

Young, A. (1983). Seasonal differences in abundance and distribution of cocoa-pollinating midges in relation to flowering and fruit set between shaded and sunny habitats of the La Lola coca farm in Costa Rica. *Journal of Applied Ecology*, 20: 801-831.

Zamora S., García J., Bonilla G., Aguilar H., Harvey C.A. y Ibrahim H. (2001). Usos de frutos y follajes arbóreos en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 8(31):31-38.

Zamudio-Sánchez, F.J. y Alvarado-Segura, A. A. 1996. *Análisis de diseños experimentales con igual número de submuestras*. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México, 58 p.

**Anexos:**

**Anexo 1.**

Morfoespecies de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae) asociados a tres sustratos alimenticios en el cultivo de cacao monocultivo. ESPAM-MFL, 2018.





*Culicoides* sp.1



*Dasyhelea* sp.1



*Forcipomyia* sp.1



*Dasyhelea* sp.2



*Culicoides* sp.2



*Forcipomyia* sp.2



*Dasyhelea* sp.3



*Culicoides* sp.3



*Forcipomyia* sp.3



*Forcipomyia* sp.4



*Culicoides* sp.4



*Forcipomyia* sp.5



*Culicoides* sp.5



*Dasyhelea* sp.4



*Dasyhelea* sp.5



*Forcipomyia* sp.6



*Forcipomyia* sp.7



*Culicoides* sp.6



*Forcipomyia* sp.8

**Proyecto/Actividad 5. Situación de *Diaphorina citri* (Kuwayama) y sus enemigos naturales en Manabí**

**Responsable:**

Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez, Ph.D. DNPV/EEP/INIAP

**Colaboradores:** Equipo multidisciplinario del proyecto

Ernesto Cañarte Bermúdez, Ph.D. Entomología-EEP

Bernardo Navarrete Cedeño, M.Sc. Entomología-EEP  
Ramón Solórzano Faubla, Ing. Entomología-EEP

#### Otros colaboradores:

Ing. Alma Mendoza G., Ing. Fitopatología-EEP  
Ing. Néstor Valarezo B., M.Sc. Fruticultura-EEP  
Ing. Hugo Álvarez P., M.Sc. Fruticultura-EEP

#### Antecedentes

Los cítricos son importantes para la economía del Ecuador, sembrándose 11.921 ha en monocultivo y 16.010 ha en asocio con otras especies (INEC-ESPAC, 2017). Esta producción es amenazada por la presencia desde el 2013 en el país, de una nueva plaga conocida como el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) (Cornejo y Chica, 2014). *Diaphorina citri* causa daños directos por alimentarse del floema de las plantas e indirectos por transmitir la bacteria *Candidatus Liberibacter* spp., agente causal de la enfermedad llamada Huanglongbing (HLB, origen chino, enfermedad del dragón amarillo) o “greening” de los cítricos, considerada la más dañina para los cítricos a nivel mundial (Bové, 2006; Haapalainen, 2014).

El síntoma primario de esta enfermedad es el amarillamiento moteado de hojas y brotes de ciertas partes del árbol al inicio de la infección, después de 2 a 3 años, ocurre la muerte regresiva del árbol afectado (Achor et al., 2010). Hasta el momento se ha documentado la presencia de *D. citri* en las provincias de Guayas (Cornejo y Chica, 2014), Manabí (Navarrete et al., 2016), Carchi, Cotopaxi, El Oro, Imbabura, Loja, Los Ríos y Santa Elena (AGROCALIDAD, 2017), pero no se ha reportado de la ocurrencia de la bacteria agente causal del HLB en el país. En cuanto se refiere a enemigos naturales se conoce de la presencia de dos avispas parasitando larvas de *D. citri* en la provincia del Guayas, *Diaphorencyrtus aligerhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae) y *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae), además, se ha reportado como depredador al coccinélido *Cheilomenes sexmaculata* (Chávez et al., 2017; Portalanza et al., 2017).

El psílido de los cítricos es originario de Asia y altamente disperso por el mundo, existiendo ocho haplotipos distribuidos en varios continentes (Boykin et al., 2012), al igual que existen diferencias en el patógeno causante del HLB *Candidatus Liberibacter* spp., Así, *Candidatus Liberibacter asiaticus* está presente en Asia, *Candidatus Liberibacter americanus* en Brazil y *Candidatus Liberibacter africanus* en Africa (Haapalainen, 2014). En Estados Unidos, el patógeno causante de HLB es *Candidatus Liberibacter asiaticus* (Manjunath et al., 2008). El mejor hospedero del psílido de los cítricos es la planta ornamental *Murraya paniculata* (Wang y Pankaj, 2013) especie muy común en zonas urbanas del Ecuador.

Con respecto a los enemigos naturales asociados a este vector, es muy poco lo que se conoce, especialmente en Manabí, por lo que se justifica esta investigación, ya que se ha demostrado que el control biológico natural ejercido por parasitoides y depredadores es



causante de una reducción importante de las poblaciones de este hemíptero y podría desacelerar la dispersión de la enfermedad cuando esta aparezca.

## Objetivo General

Determinar los enemigos naturales asociados a *Diaphorina citri* en la provincia de Manabí.

## Objetivos Específicos

Realizar un inventario de enemigos naturales de *D. citri* en Manabí  
Conocer la distribución de *D. citri* y sus hospederos en Manabí.

## Metodología

El protocolo “Situación de *Diaphorina citri* (Kuwayama) y sus enemigos naturales en Manabí”, 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 de Comité Técnico N° 016 y Acta de Aprobación N° 009, de fecha 30 de julio de 2018.

## Ubicación

Se tiene previsto realizar el muestreo en zonas urbanas y peri-urbanas de los cantones Portoviejo, Rocafuerte, Montecristi, Jipijapa, Santa Ana, Olmedo, Paján, Bolívar, Chone y El Carmen de la Provincia de Manabí. Durante el segundo semestre del 2018, se efectuaron muestreos en los cantones Portoviejo, Santa Ana, Chone y Bolívar, debiéndose continuar en el 2019 hasta completar los cantones programados.

## Procedimiento

En las zonas urbanas y periurbanas de los cantones mencionados, se evaluaron cultivos de cítricos y la planta ornamental conocida como “mirtus” *Murraya* spp., (hospedero preferido del psílido), donde se sospechaba la presencia de esta plaga, así como también se consideró evaluar otros hospederos como *Swinglea glutinosa*. Cada punto de muestreo fue georeferenciado, usando un GPS Garmin®.

En cada punto de observación se escogió cuatro árboles que fueron inspeccionados en sus cuatro puntos cardinales, revisando cinco brotes por cada lado, utilizando una lupa 10x. De los brotes escogidos se obtuvo la siguiente información (anexo 1):

- Número de adultos de *D.citri*
- Número de ninfas de *D.citri*
- Presencia o ausencia de depredadores
- Registro de depredadores presentes (*Zelus* spp., Coccinélidos, *Chrysoperla* sp., Syrphidae, entre otros).

En cada sitio evaluado, se colectó *in situ* adultos y estados inmaduros (larvas o ninfas) de insectos depredadores, asociados a colonias de *D. citri*, los cuales fueron transportados

vivos (junto a su presa), al laboratorio de Entomología de la EEP, hasta obtener el estado adulto. A partir de ahí fueron identificados, utilizando claves taxonómicas de Borror et al. (1989) y Delvare et al. (2002) y conservados en alcohol al 70%.

Con la finalidad de recuperar parasitoides, se colectaron en cada uno de los cuatro árboles, 10 brotes con presencia de ninfas de *D. citri*, que fueron colocados en fundas plásticas transparentes conteniendo en su interior papel absorbente, éstas se llevaron al laboratorio para observar bajo un estereoscopio Olympus Discovery® con una magnificación de 40X, la existencia de ninfas parasitadas (presencia de orificio circular de salida del parasitoides) o ninfas no parasitadas (abertura de salida del Psilido). Las ninfas activas con evidencia de estar parasitadas, fueron aisladas en vasos plásticos ventilados de 100 mL y conteniendo en su interior un algodón humedecido con agua destilada, que garantice la emergencia de las microavispa parasitoides y su posterior identificación a nivel de Familia, aplicando las claves correspondientes (Borror et al. 1989; Delvare et al. 2002).

### Análisis estadístico

Al término del estudio, en 2019, se utilizará un análisis descriptivo calculando parámetros de tendencia central y de dispersión de las observaciones, para ello se utilizará el Software estadístico Agricolae del Software estadístico RStudio version 1.0.153. (Mendiburu, 2017). La ubicación georeferenciada de los organismos encontrados será colocada en mapas de dispersión, utilizando la aplicación informática Google Earth ®.

### Resultados

Durante el 2018, se realizó colectas en ocho puntos de Manabí, correspondientes a zonas urbanas y peri-urbanas de los cantones Portoviejo (4), Santa Ana (2), Chone (1) y Bolívar (1). Estas colectas se concluirán en el 2019. La evaluación se efectuó en plantas de *Murraya* spp., presente en parterres, parques y carreteras. Durante esta primera fase no fueron evaluados plantaciones de cítricos, así como tampoco otros hospederos (Tabla 14).

En la tabla 15 de resultados, se puede observar que en cuatro de los ocho puntos de muestreo, se reportó la presencia de estados biológicos de *D. citri*, siendo mayor su presencia en el sitio Tranquipiedra (Chone) con 15 adultos contabilizados, mientras que en El Corozo (Portoviejo), se registró hasta 87 ninfas de esta plaga, en 80 brotes evaluados/sitio.

Con relación a la presencia de insectos depredadores, se puede mencionar preliminarmente, que varios grupos de estos benéficos fueron observados asociados a adultos y preferentemente a ninfas de *D. citri*. Se pueden destacar la ocurrencia de *Zelus* spp., *Chrysoperla* sp., Sirphidae, hormigas, Coccinelidae y arañas (Tabla 15). Fue constatada la acción depredadora de un *Zelus* sp. sobre un adulto de *D. citri*. De manera general, determinó que las hormigas son los insectos depredadores más abundantes, asociados a colonias de *D. citri*, con 106 especímenes, seguido de Coccinellidae (32 especímenes) y *Zelus* spp. (18 especímenes) (Figura 24).

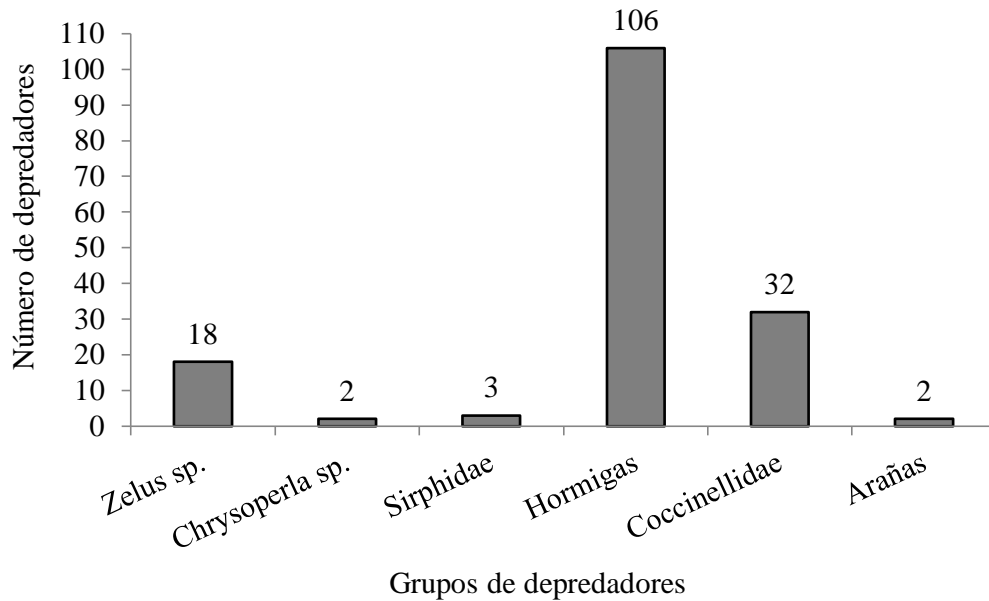
**Tabla 14.** Puntos de recoletas en el estudio “Situación de *Diaphorina citri* (Kuwayama) y sus enemigos naturales en Manabí”. 2018.

Código	Fecha	Cantón	Parroquia	Sitio	Georreferencia	Altitud (msnm)	Especie evaluada
1	16-08-2018	Portoviejo	Andrés de Vera	Parque La Bartolita	0561919/ 9881650	44	<i>Murraya</i> spp.
2	16-08-2018	Portoviejo	Mejía	El Corozo	0559227/ 9890276	49	<i>Murraya</i> spp.
3	16-08-2018	Portoviejo	Los Bosques	Los Bosques	0559145/ 9884302	65	<i>Murraya</i> spp.
4	16-08-2018	Portoviejo	Portoviejo	Reales Tamarindo	0560091/ 9884078	61	<i>Murraya</i> spp.
5	16-08-2018	Santa Ana	Lodana	Lodana	0568332/ 9868614	80	<i>Murraya</i> spp.
6	16-08-2018	Santa Ana	Lodana	Lodana	0567541/ 9871970	68	<i>Murraya</i> spp.
7	24-08-2018	Chone	Canuto	Tranquispiedra			<i>Murraya</i> spp.
8	31-08-2018	Bolívar	Calceta	ESPAM-MFL			<i>Murraya</i> spp.

**Tabla 15.** Resultados de la recolecta del estudio “Situación de *Diaphorina citri* (Kuwayama) y sus enemigos naturales en Manabí”. 2018.

Código	Cantón	Sitio	N° de especímenes de <i>D. citri</i> <sup>1/</sup>		N° de depredadores asociados a colonias de <i>D. citri</i> <sup>1/</sup>					
			Adultos	Ninfas	<i>Zelus</i> sp.	<i>Chrysoperla</i> sp.	Sirphidae	Hormigas	Coccinellidae	Arañas
1	Portoviejo	Parque La Bartolita	0	0	2	0	0	21	2	1
2	Portoviejo	El Corozo	9	87	0	0	0	8	2	0
3	Portoviejo	Los Bosques	1	0	0	2	0	40	2	0
4	Portoviejo	Reales Tamarindo	12	1	0	0	3	11	16	0
5	Santa Ana	Lodana	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Santa Ana	Lodana	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Chone	Tranquispiedra	15	6	12	0	0	0	1	1
8	Bolívar	ESPAM-MFL	0	0	4	0	0	26	9	0

1/. Cada valor proviene de 80 brotes evaluados/sitio



**Figura 24.** Valores totales de depredadores asociados a colonias de *D. citri* en plantas de *Murraya* spp. en el estudio “Situación de *Diaphorina citri* (Kuwayama) y sus enemigos naturales en Manabí”. 2018.

### Conclusiones

Preliminarmente se puede mencionar que existen varios depredadores asociados a las colonias de *D. citri*, pudiéndose destacar a *Zelus* spp. consumiendo adultos de esta plaga (anexo 2).

*Diaphorina citri* continua su expansión, ya que durante este proyecto, ha sido reportada en plantas de *Murraya* spp. en la zona norte de Manabí Chone-Canuto, donde no había sido reportada.

### Referencias bibliográficas

Achor, D., Etxeberria, E., Wang, N., Folimonova, S., Chung, K. y Albrigo, L. (2010). Citrus affected with huanglongbing disease. *Plant Pathol J*, 9:56-64.

AGROCALIDAD (2017). Resultados de la Vigilancia Fitosanitaria para el primer semestre del 2017 *Diaphorina citri*, C.L. asiaticus, C.L. africanus, Ca. L. americanus. <http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/dvf/plagas2.pdf>

Borror, D. J., DeLong, D. M. y Triplehorn, C. A. (1981). *An introduction to the study of insects*. Philadelphia: Saunders College Pub.

Bové, J. (2006). Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of plant pathology*, 88:7-37.

Boykin, L., De Barro, P., Hall, D., Hunter, W., McKenzie, C., Powell, C., y Shatters, R. (2012). Overview of worldwide diversity of *Diaphorina citri* Kuwayama mitochondrial cytochrome oxidase 1 haplotypes: two Old World lineages and a New World invasion. *Bulletin of Entomological Research*, 102:573-582.

Chavez, Y., Chirinos, D., González, G., Lemos, N., Fuentes, A., Castro, R. y Kondo, T. (2017). *Tamarixia radiata* (Waterston) and *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius) as biological control agents of *Diaphorina citri* Kuwayama in Ecuador. *Chilean journal of agricultural research*, 77(2).

180-184. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392017000200180>

Cornejo, J. y Chica, E. (2014) First Record of *Diaphorina citri* (Hemiptera:Psyllidae) in Ecuador Infesting Urban Citrus and Orange Jasmine Trees. *J Insect Sci*, 14:1-3.

Delvare, G., Aberlenc, Henri-Pierre, Michel, B., y Figueroa, A. (2002). *Los insectos de África y de América Tropical. Claves para la identificación de las principales familias*. CIRAD, Montpellier-France. 259p.

Haapalainen. M. (2014) Biology and epidemics of *Candidatus Liberibacter* species, psyllid-transmitted plant-pathogenic bacteria. *Annals of applied biology*, 165:172-198.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2017). Encuesta INEC-ESPAC.

Manjunath K, Halbert S, Ramadugu C, Webb S, y Lee, R. (2008). Detection of ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ in *Diaphorina citri* and its importance in the management of citrus Huanglongbing in Florida. *Phytopathology* 98:387-396.

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

Navarrete. B., Cañarte. E. y Valarezo, O. (2016) Primer reporte de la presencia de *Diaphorina citri* (Hemiptera: liviidae) en Manabí. *Espamciencia*, 7:141-145.

Portalanza, D., Sanchez, L., Plúas, M., Felix, I., Costa, V., da Silva Dias-Pini, N., Ferreira-Stafanous, S., y Gómez-Torres, M. (2017). First records of parasitoids attacking the Asian citrus psyllid in Ecuador. *Revista Brasileira de Entomologia*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbe.2017.02.002>.

Wang. N. y Pankaj, T. (2013). Citrus Huanglongbing: A Newly Relevant Disease Presents Unprecedented Challenges. *Phytopathology* 103( 7): 665.





**Anexo 2.** Fotografía mostrando a ninfa de *Zelus* spp. depredando adulto de *Diaphorina citri*. Portoviejo, Noviembre del 2018.

## **Proyecto 6. Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión**

### **Responsables**

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

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

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

Dr. Danilo Vera C. (INIAP-EETP)

Dr. Ernesto Cañarte B. (INIAP-EEP)

Mg.S. Xavier Muñoz Conforme, INIAP-EEP (contratado para el proyecto)

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

Ing. Ramón Solórzano F. (INIAP-EEP)

Ing. Sofía Peñaherrera (INIAP-EETP)

Ing. Pedro Terrero (INIAP-EETP)

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

Dr. Manuel González Núñez (INIA-España)

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

## **Componente 2. Determinación del rol de insectos escolitinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en la transmisión y dispersión de la enfermedad “Muerte regresiva”**

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

#### **Ejecutores de la C2.A1. del Proyecto en la EEP:**

Dr. Ernesto Cañarte B. (INIAP-EEP)

Mg.S. Xavier Muñoz Conforme, INIAP-EEP

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

Ing. Ramón Solórzano F. (INIAP-EEP)

#### **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 ha 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 generos *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, éstos 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 cualquier otras fuentes 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, ponen a consideración la presente propuesta de investigación, que plantea, determinar si los hongos *Fusarium* sp., *Lasiodiplodia*

sp., o *Ceratocystis* sp., o el complejo de estos tres, constituyen el agente causal de la enfermedad “Muerte regresiva”, así como, establecer el rol de insectos escolitinos en la transmisión y dispersión de esta enfermedad en las plantaciones de teca del Ecuador.

## 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.

## Específicos

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

## Metodología

El protocolo Determinación del rol de insectos escolitinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en la transmisión y dispersión de la enfermedad “Muerte regresiva”, fue desarrollado por el personal del DNPV-Entomología, como respaldo al Componente 2 del proyecto Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión, mismo que fue aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Portoviejo, mediante Acta de Aprobación N° 019 del 19 de mayo de 2017 y detalla la metodología para el cumplimiento de este componente que comprende la ejecución de tres actividades: Actividad 1. Identificación de los escolitinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”. Actividad 2. Fluctuación poblacional de escolitinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”. Actividad 3. Capacidad de transmisión de insectos vectores de la enfermedad “Muerte regresiva”. Durante este 2018, se planificó el inicio de la Actividad 1, que hace referencia a la colecta de escolitinos.

## Ubicación

El estudio de campo contempla el monitoreo de 50 plantaciones comerciales de teca en cinco provincias del Litoral ecuatoriano (Manabí, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Guayas y Los Ríos), situadas entre las coordenadas 00°41'37,2” S - 079°15'36,5” W y 01°20'16,2” S – 079°33'12,4” W, con precipitaciones entre 1000 a 2800 mm (INIAP, 2015a-2015b). Mientras que los estudios de laboratorio e invernadero se desarrollarán en la Estación Experimental Portoviejo y Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP.

## Levantamiento de la información

Dando cumplimiento a la Actividad 1. Identificación de los escolitinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”, se logró evaluar durante el último trimestre de 2018, veinte plantaciones de teca distribuidas en diferentes regímenes de pluviosidad en las provincias de Manabí, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Guayas y Los Ríos. Para la colecta de escolitinos, se utilizaron trampas fueron elaboradas con botellas plásticas de gaseosa de 1 litro de capacidad, a las cuales se les construyó una abertura frontal, con la finalidad de permitir el ingreso de los escolitinos (Figura 25a), se usó desinfectante para manos (75% etanol) como atrayente. En cada plantación se colocaron seis trampas, distribuidas alternadamente a 1 y 2 m de altura del suelo en el fuste del árbol seleccionado, distanciado a aproximadamente 25 x 25 m. Veinticuatro horas después, las trampas fueron retiradas y su contenido se colocó en frascos con tapa rosca con alcohol (96%), para su posterior traslado hasta el laboratorio de

Entomología de la EEP, donde con la ayuda de un estereomicroscopio y claves taxonómicas (Borror et al., 1989), se procedió a la clasificación de los grupos recolectados a nivel de familia. Los especímenes de la familia Curculionidae: Scolytinae, fueron separados para continuar con la clasificación por morfoespecies y su posterior envío durante el 2019, a los Laboratorios de Entomología Forestal y Hongos Fitopatógenos del INIA de España, para los respectivos análisis e identificación.

Adicionalmente, en cada plantación fue colectado una muestra de tronco de aproximadamente 20 cm de longitud (Foto 25b), con evidencias de perforaciones de insectos, que fueron conservadas en fundas plásticas, etiquetadas y transportadas al laboratorio de Entomología de la EEP, para su respectivo procesamiento, que consiste en seccionar el tronco para alcanzar la recuperación de los escoltinos presentes en cada muestras, que están siendo separados, siguiendo la metodología antes citada.



**Figura 25.** 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.

### Análisis estadístico

Una vez se concluya esta actividad hasta mediados del 2019, con la información obtenida se realizará un análisis faunístico que consiste en el cálculo de los índices de diversidad, dominancia, abundancia y frecuencia de cada especie. La riqueza y abundancia estimada de insectos xilófagos asociados a plantas enfermas de teca, serán expresadas en número de especies e individuos. Los resultados serán analizados con 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 determinará por el índice Shannon-Weaner y la dominancia por el método de Kato, que considera la abundancia y frecuencia de las especies colectadas (Laroca y Mielke 1975 citado por Lofego y Moraes, 2006). Se empleará una medida de dispersión a través del cálculo del desvío estándar y el intervalo de confianza (IC) de la media aritmética para 1 y 5% de probabilidad. La frecuencia se determinará estableciéndose la clase de frecuencia de acuerdo con cada intervalo de confianza de la media aritmética al 5% de probabilidad.

Considerando lo parcial de los resultados, durante este 2018, se presentan los resultados con base a estadística descriptiva.

## Resultados

En la Tabla 16, se presenta el registro de las 20 plantaciones de teca evaluadas en cinco provincias del Litoral ecuatoriano entre el periodo del 11 de octubre al 05 de diciembre de 2018, que corresponden a Manabí (12), Esmeraldas (4), Santo Domingo de los Tsáchilas (2), Guayas (1) y Los Ríos (1). Durante el 2019, se tiene previsto completar las 50 fincas propuestas en el proyecto. Las plantaciones visitadas, se encontraron en altitudes comprendidas entre los 23 msnm (San Mateo-Esmeraldas-Esmeraldas) y 320 msnm (Las Cumbres-Flavio Alfaro-Manabí), con edades que comprendían entre 2 años (Las Cumbres-Flavio Alfaro-Manabí), hasta 18 años en Camarones- Flavio Alfaro-Manabí.

En la Figura 26, se observa la distribución porcentual de los cinco grupos identificados a nivel de Familia del orden Coleoptera en las 20 plantaciones de teca visitadas. La familia Curculionidae resulto ser la de mayor abundancia con el 59,79% de especímenes recolectados en trampas, seguido de la familia Nitidulidae con 7,70% del total de especímenes.

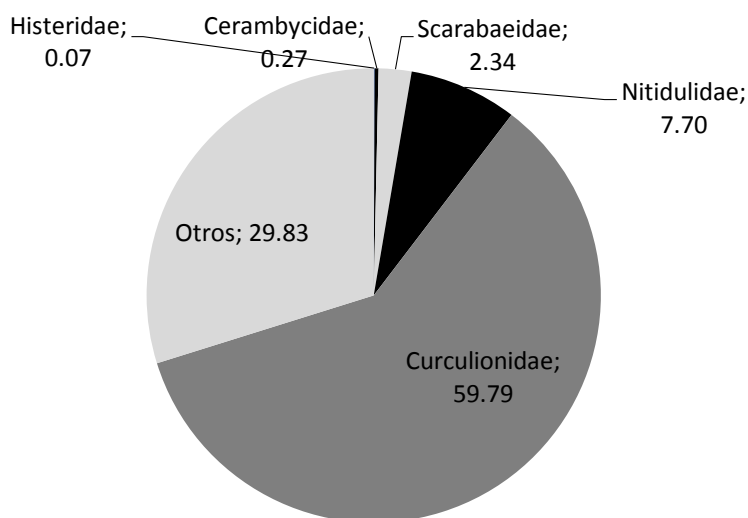
En estas 20 plantaciones fueron contabilizados un total de 864 especímenes de Curculionidae: Scolytinae, capturados en 120 trampas, colocadas a 1 y 2 m de altura. Al analizar los datos, se determinó que las mayores capturas de insectos Scolytidae, se alcanzaron en las trampas ubicadas a 1 m de altura con 519 especímenes, en comparación con los 345 especímenes reportados en trampas a 2 m de altura (Figura 26a y 26b).

El mayor número de capturas en las dos alturas de trampa, se registró en la provincia de Los Ríos, reportándose 87 individuos en trampas colocadas a 1 m y 85 en trampas a 2 m. Sin embargo, es necesario destacar que en esta provincia apenas se evaluó durante este 2018, una plantación establecida en la localidad de Patricia Pilar (Buena Fe). De las 12 plantaciones evaluadas en la provincia de Manabí, el mayor número de especímenes de escolítinos, se registró en la localidad de Eloy Alfaro (Pedernales), con 78 individuos en trampas a 1 m y 30 individuos en trampas a 2 m (Figura 27). Esta plantación reportó una alta incidencia (35%), de la enfermedad conocida como “Muerte Regresiva”.

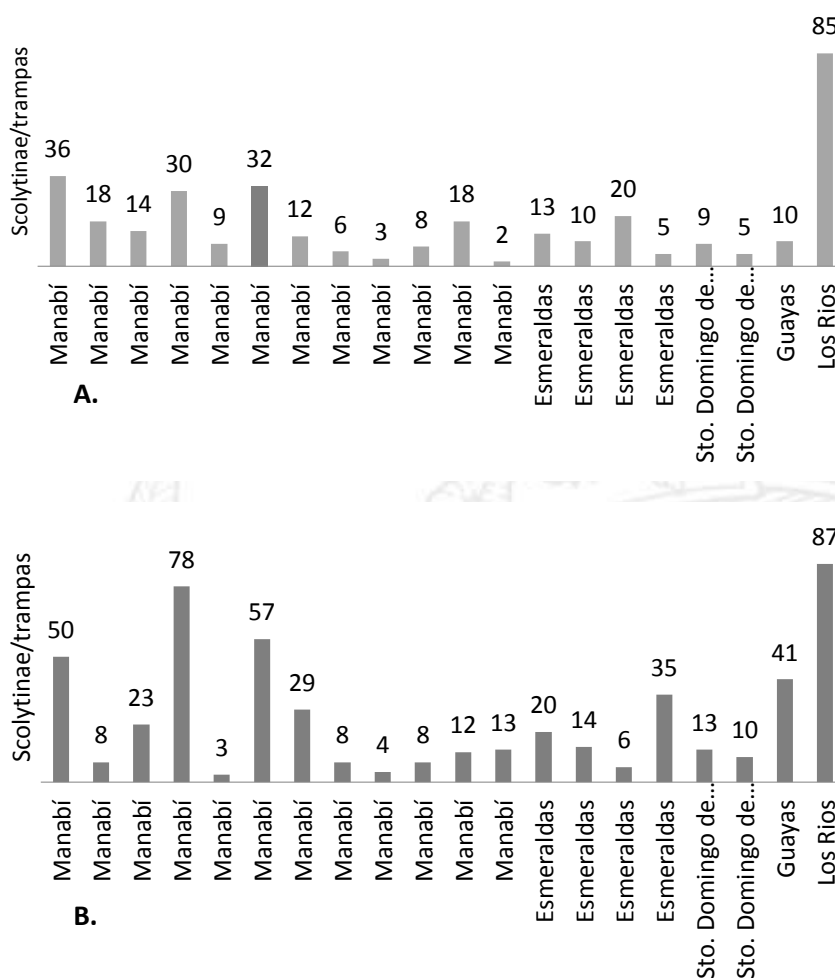
**Tabla 16.** Registro de 20 plantaciones de teca evaluadas en cinco provincias del Litoral ecuatoriano. Proyecto “Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. AECID – INIAP 2018.

Finca	Fecha	Provincia	Cantón	Sitio	Superficie (ha)	Altura (msnm)	Edad de plantación
1	27/11/2018	Manabí	Chone	Tigrillo	80	49	8
2	27/11/2018	Manabí	Chone	El Pueblito	8	66	3
3	11/10/2018	Manabí	Pedernales	Cañaveral del Naranjo	700	250	3
4	11/10/2018	Manabí	Pedernales	Eloy Alfaro	100	44	10
5	27/11/2018	Manabí	Flavio Alfaro	Las Cumbres	20	372	2
6	27/11/2018	Manabí	Flavio Alfaro	La Bramadora	5	183	15
7	28/11/2018	Manabí	Flavio Alfaro	Camarones	20	173	17
8	28/11/2018	Manabí	El Carmen	Maicito	100	249	16
9	29/11/2018	Manabí	El Carmen	La Bramadora	20	250	10
10	29/11/2018	Manabí	El Carmen	La Bramadora	15	190	8
11	29/11/2018	Manabí	El Carmen	La Bramadora	12	182	6
12	05/12/2018	Manabí	Chone	Pavón	23	65	5
13	14/11/2018	Esmeraldas	Quinindé	La Independencia	3	200	8

14	14/11/2018	Esmeraldas	Esmeraldas	Mutile	40	131	10
15	14/11/2018	Esmeraldas	Esmeraldas	Mutile	4	131	7
16	15/11/2018	Esmeraldas	Esmeraldas	San Mateo	10	23	10
17	13/11/2018	Sto. Domingo de los Tsáchilas	La Concordia	Las Villegas	20	214	8
18	13/11/2018	Sto. Domingo de los Tsáchilas	La Concordia	Estación Experimental Santo Domingo	4	248	5
19	17/11/2018	Guayas	El Empalme	La Providencia	40	86	4
20	17/11/2018	Los Ríos	Buena Fe	Patricia Pilar	20	224	12



**Figura 26.** Distribución porcentual de las cinco familias del orden Coleoptera, registradas en las 20 plantaciones de teca. Proyecto “Etiología de la “Muerte Regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. AECID – INIAP 2018.



**Figura 27.** Número de insectos Curculionidae: Scolytinae en plantaciones de teca capturadas en trampas. **A.** (1 m), **B.** (2 m) de alturas con relación al suelo. Proyecto “Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. AECID – INIAP 2018.

### Conclusiones

Insectos de la familia Curculionidae: Scolytinae, están presentes en todas las plantaciones de teca evaluadas hasta el momento. El mayor número de capturas se realizó en trampas ubicadas a 1 m de altura sobre el nivel del suelo.

### Recomendaciones

Continuar con las colectas programadas que permitirán asegurar la confianza de los resultados encontrados hasta el momento en esta actividad 1. Identificación de los escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”.

**Actividad no programada del Componente 2. “Ajuste metodológico para la captura de insectos Curculionidae: Scolytinae en diferentes alturas de trampas usando como atrayente gel de alcohol”**

### Responsables

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

### Colaboradores

Ernesto Cañarte Bermúdez, Ph.D. Entomología-EEP  
Xavier Muñoz Conforme, Mg. S. Entomología-EEP  
Bernardo Navarrete Cedeño, M.Sc. Entomología-EEP  
Ramón Solórzano Faubla, Ing. Entomología-EEP  
Antonio Pinargote Borrero Ing. Entomología-EEP.

### Objetivo

Determinar la altura óptima de ubicación de trampas para captura de escolítinos en árboles de teca.

### Metodología

Esta fue una actividad no programada dentro de la A1.C2. Determinación del rol de insectos escolítinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en la transmisión y dispersión de la enfermedad “Muerte regresiva”, del proyecto Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión. La misma fue ejecutada como sustento para la colocación de las trampas en las 50 fincas donde se tiene previsto coleccionar especímenes de Scolytinae asociados a plantaciones de teca.

### Ubicación

Esta actividad se realizó entre los días 4, 5 y 9 de octubre, en una plantación experimental de teca (*Tectona grandis*) de aproximadamente cuatro años de edad, establecida en el lote “Teodomira” por el Programa de Forestería de la Estación Experimental Portoviejo (EEP),

parroquia Lodana, cantón Santa Ana, provincia de Manabí, ubicada en la siguientes coordenadas: 1°10'18.264" latitud Sur y 80°23'17.689" longitud Oeste.

### Procedimiento

Las trampas consistieron en botellas plásticas de un litro de capacidad, a la cual se le realizó una abertura de aproximadamente 9 cm x 17 cm. Las trampas fueron colocadas en tres alturas (1, 2 y 3 m), suspendida en los árboles utilizando alambre, se consideró seis repeticiones por cada altura, en su interior se colocó 100 mL de alcohol en gel. Al día 1 y 4 se realizó recuperación y posterior conteo de escolítinos por trampa.

### Resultados

En la tabla 17, se presentan los valores promedio de número de escolítinos capturados en las trampas, observándose que en la altura de 1 y 2 m se capturó el mayor número de escolítinos (58 y 40 individuos, respectivamente) estos resultados sugieren que trampas colocadas a 1 y 2 m de altura, son adecuadas para la captura de estos insectos barrenadores de teca.

**Tabla 17.** Promedio de insectos de la familia Curculionidae: Scolytinae capturados en trampa a tres alturas. Proyecto Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión. AECID-INIAP. Anta Ana-Manabí, 2018.

Altura de trampa (m)	Repeticiones						Total
	1	2	3	4	5	6	
1	4	0	10	23	2	19	58
2	6	2	4	8	13	7	40
3	2	2	5	2	2	2	15

### Referencias bibliográficas

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

Borror, D. J., DeLong, D. M., y Triplehorn, C. A. (1981). *An introduction to the study of insects*. Philadelphia: Saunders College Pub.

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

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

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

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

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

Hansen, A.K., Trumble, J.T., Stouthamer, R. y Paine, T.D. 2008. A new huanglongbing species, "Candidatus *Liberibacter psyllae*," found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). *Applied and environmental microbiology*, 74:18:5862-5865.

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

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

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

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

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

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

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

Six, D.L. (2012). Ecological and evolutionary determinants of bark beetle–fungus symbioses. *Insects*, 3: 339-366.

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



## 12. Resultados no previstos: (Extra POA)

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

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

**Colaboradores:** Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico contratado FAO)

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

Ing. Ramón Solórzano (Entomología EEP).

Ing. Goever Peña (EEP)

Dr. César Tápia (DENAREF-EESC)

Ing. Álvaro Monteros (DENAREF-EESC)

Ing. Wilmer Ponce (Laboratorio de Bromatología EEP)

Ing. Benny Avellán (Transferencia EEP)

Ing. Jim Ochoa (Producción EEP).

#### Otros colaboradores

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

Milton Vega (FAO)

Wimper Rodríguez (FAO-Pedro Cabo).

#### Antecedentes

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

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

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

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

A partir de 1990, la Fundación Algodón (FUNALGODON), inicia sus trabajos en apoyo al pequeño y mediano productor algodónero, 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.

En este sentido el sector algodónero enfrenta grandes desafíos a nivel internacional y nacional, que requiere de cooperación e implementación de estrategias en conjunto con los actores involucrados. En este contexto, surge el proyecto de Cooperación Sur-Sur trilateral GCP/RLA/199/BRA “**Fortalecimiento del Sector Algodonero por medio de la Cooperación Sur-Sur**”, también 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 algodónero de los países del MERCOSUR y asociados y Haití, donde uno de los principales socios técnicos de la iniciativa es la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA).

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

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

mediante la Empresa de Asistencia Técnica y Extensión Rural del Estado de Paraíba (ASBRAER/EMATER-PB) y la Secretaría Nacional de Economía Solidaria del Ministerio de Trabajo y Empleo (SENAES/MTE).

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

El EMBRAPA-Algodón de Brasil, cuenta con materiales de características agronómicas sobresalientes, tolerancia a enfermedades y buena calidad de fibra, los cuales han sido desarrollados en ambientes que pudieran ser compatibles con la zona productora del Ecuador, cuyo rendimiento potencial se encuentran entre los 3800 y 4800 kg de algodón. Entre estos materiales, destacan el BRS 286, BRS 293, BRS 335 y BRS 336 (EMBRAPA-Algodón, 2009, 2011). Así mismo, en Colombia también se reportan dos materiales de algodón convencional: DP ACALA 90 (SEMSA-CORPOICA) y CARIBEÑA M 129, desarrollados por CORPOICA, con potencial de adaptación a nuestras condiciones. Será prioritario entonces iniciar los trámites de introducción de estos materiales, siempre que se logren desarrollar los correspondientes ARPs homologados con Ecuador, lo cual podría ser lento, si se considera que tanto Brasil como Colombia registran la presencia del picudo del algodónero *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, capaz 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, plantea la ejecución del presente estudio que tiene como objetivos:

### **Objetivo general**

Generar tecnologías sostenibles que contribuyan al desarrollo del sector algodonero del Ecuador.

### **Objetivos específicos (2018)**

Evaluar la respuesta de variedades locales de algodón a un programa tecnológico en dos densidades poblacionales en el valle del Río Portoviejo.

Caracterizar e incrementar el germoplasma de algodón presente en Ecuador.

### **Metodología**

Durante el 2018, se desarrollaron dos actividades en el marco de este proyecto: Actividad 1. Respuesta de dos variedades locales de algodón a un programa tecnológico en dos densidades poblacionales en el valle del Río Portoviejo y Actividad 2. Plan de regeneración de accesiones del género *Gossypium* spp. conservado en el banco de germoplasma del INIAP y nuevas colectas en Ecuador. Los protocolos para estas actividades fueron elaborados por el personal del DNPV-Entomología de la Estación Experimental Portoviejo. Aprobado por el Comité

Técnico de la Estación, mediante Acta de Revisión de Comité Técnico N° 013 y Acta de Aprobación N° 003 de fecha 01 de junio de 2018.

## Actividad 1. Respuesta de dos variedades locales de algodón a un programa tecnológico en dos densidades poblacionales en el valle del Río Portoviejo

### Ubicación

El presente experimento, se lo realizó durante el periodo seco de 2018 entre los meses de junio a noviembre de 2018, en el Lote “Teodomira” de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana-Manabí, ubicada geográficamente a 01°09’51” de Latitud sur y 80°23’24” de Longitud oeste, a una altitud de 60 msnm.

### Características edafoclimáticas

Temperatura promedio	26,4 °C
Precipitación media anual	851,57 mm
Humedad relativa promedio	81%
Topografía	Plana
Tipo de suelo	Franco

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI (2011-2016). Estación Meteorológica La Teodomira (UTM), Lodana Santa Ana-Manabí.

### Factores en estudio

#### Factor A. Poblaciones

Población 1: 62.500 plantas/ha (0,8 x 0,2 m)

Población 2: 50.000 plantas/ha (1 x 0,2 m)

#### Factor B. Variedades

Variedad 1: DP-Acala 90

Variedad 2: Coker

#### Factor C. Programa

Programa 1: Programa tecnología INIAP

Programa 2: Control (testigo)

### Unidad experimental

Parcelas experimentales de dos variedades comerciales de algodón en dos poblaciones, con un tamaño de 28,8 y 30 m<sup>2</sup>, donde se registraron las variables de este estudio.

### Tratamientos

La combinación de los factores en estudio, dió como resultado la obtención de ocho tratamientos con cuatro repeticiones.

Tratamientos	Nomenclatura	Población (plantas/ha)	Variedad	Programa
1	P1V1P1	62.500	DP-Acala 90	Programa tecnología INIAP
2	P1V1P2	62.500	DP-Acala 90	Control (testigo)
3	P1V2P1	62.500	Coker	Programa tecnología INIAP
4	P1V2P2	62.500	Coker	Control (testigo)
5	P2V1P1	50.000	DP-Acala 90	Programa tecnología INIAP

6	P2V1P2	50.000	DP-Acala 90	Control (testigo)
7	P2V2P1	50.000	Coker	Programa tecnología INIAP
8	P2V2P2	50.000	Coker	Control (testigo)

El programa tecnológico involucró la aplicación de una diversidad de estrategias:

Actividad	Tratamientos	
	Programa tecnología (INIAP)	Programa Control (testigo del productor)
Análisis de suelo	Se realizó	Se realizó
Selección de semilla	Se selecciono	Se selecciono
Prueba de germinación	Se realizó	Se realizó
Tratamiento de semilla	thiodicarb + imidacloprid (Semeprid) en dosis de 25mL/Kg de semilla	thiodicarb (Semevin) en dosis de 15 mL/kg de semilla
Uso de herbicidas pre-emergentes	Herbicidas pre-emergentes Alaclor 5 mL/L + 2,5 g/L de Diuron más deshierbas manuales	Glifosato más deshierbas Manuales
Aplicación insecticida en “drench”	10 dds thiametoxam (Actara) 1mL/L agua	No se aplico
Programa de fertilización	Urea+yaramilla 15 y45 dds	Urea a los 15 y 45 dds
Monitoreo periódico de las plagas	Permanente	Permanente
Aplicación de moléculas plaguicidas específicas para el control de plagas	Moléculas de nueva generación (lanmbda cihalotrina + thiametoxam (Engeo 1mL/L agua); thiametoxam (Actara 1mL/L agua), imidacloprid (Confidor 1 mL/L agua).	(Engeo 1mL/L agua); thiametoxam (Actara 1mL/L agua).
Uso de reguladores de crecimiento	Se aplicó	No se aplicó

### Diseño experimental y análisis de datos

Se utilizó un Diseño de Parcelas Subdivididas (DPSd) 2x2x2, con cuatro repeticiones, las medias se separaron mediante la prueba de Tukey al 0,05.

F de V	GL
Total	31
Repeticiones	3
Factor A	1
Error A	3
Factor B	1
AB	1
Error B	6
Factor C	1
AC	1
BC	1
ABC	1
Error C	12

### Características del campo experimental (anexo 1).

Número de tratamientos:	8
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimentales:	32
Número de surcos/parcela:	6 (P1.= 62.500 pl./ha) 5 (P2.= 50.000 pl./ha)
Separación entre surcos:	P1. = 0,8 m P2. = 1.0 m
Distanciamiento entre plantas:	0,2 m
Población:	P1. 62.500 pl./ha P2. 50.000 pl./ha
Número de sitios/surco:	30
Separación entre parcela:	3,0 m
Separación entre repetición:	3,0 m
Área total de parcela:	P1. = 28,8 m <sup>2</sup> (4,8 m x 6 m) P2. = 30 m <sup>2</sup> (5 m x 6 m)
Área útil de parcela:	P1. = 19,2 m <sup>2</sup> (3,2 m x 6 m) P2. = 18 m <sup>2</sup> (3 m x 6 m)
Área total del experimento:	1511,4 m <sup>2</sup> (45,8 m x 33 m)

### Análisis estadístico

Se analizó los datos mediante estadística paramétrica (Montgomery, 1984). Para la separación de medias, se aplicó la prueba de significación de Tukey (0,05). Además, se utilizó técnicas de la estadística descriptiva, que ayudaron a la interpretación de los resultados. Para los análisis se empleó el paquete agricolae del Software estadístico RStudio version 1.0.153. (Mendiburu, 2017).

**Análisis faunístico:** Está previsto una vez se realice la correspondiente identificación de los grupos funcionales obtenidos de las recolectas en planta y trampas, determinar la riqueza y abundancia estimada de artrópodos asociados al cultivo de algodón, que será expresada en número de especies e individuos. Se realizará un análisis faunístico considerando todas las especies de artrópodos recolectados, reportados durante el estudio. Estos análisis consisten en el cálculo de los índices de diversidad, dominancia, abundancia y frecuencia de cada especie. Se considerará todos los artrópodos recolectados y separadamente por fecha de recolecta en estas especies. Los resultados serán analizados con el programa ANAFAU, 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 determinará por el índice Shannon-Weaner y la uniformidad por el método de Kato, que considera la abundancia y frecuencia de las especies recolectadas (Laroca y Mielke, 1975 citado por Lofego y Moraes, 2006). La abundancia se determinará por la suma total de los individuos de cada especie. Se empleará una medida de dispersión (Silveira Neto et al., 1976) a través del cálculo del desvío estándar y el intervalo de confianza (IC) de la media aritmética para 1 y 5% de probabilidad. La frecuencia se determinará estableciéndose la clase de frecuencia de acuerdo con cada intervalo de confianza de la media aritmética al 5% de probabilidad (Lofego y Moraes, 2006).

### Manejo específico del experimento

**Material genético de siembra:** Se utilizaron dos materiales de algodón, que corresponden a

la variedad DP-Acala 90, cultivada en Manabí, misma que fue proporcionada por FUNALGODON, proveniente de semilla producida artesanalmente en la campaña 2017, mientras que la segunda variedad fue Coker cultivada en Guayas, proporcionada por un productor del cantón Pedro Carbo, quien la produce igualmente de manera artesanal.

**Preparación del suelo:** Se realizó la preparación mecanizada del terreno, mediante un pase de arado profundo, dos pases de rastra y la posterior surcada a 0,8 y 1,0 m, según el tratamiento.

**Análisis de suelo:** se tomó la respectiva muestra de suelo para el análisis y posterior aplicación del programa de fertilización en el experimento.

**Siembra:** Previo a la siembra, en el tratamiento 1 (programa tecnología INIAP), se trató la semilla con thiodicarb + imidacloprid (Semeprid) en dosis de 25mL/kg de semilla, mientras que el tratamiento 2 (control), la semilla trató con thiodicarb (Semevin) en dosis de 15 mL/kg de semilla. La siembra se realizó manualmente, requiriéndose aproximadamente entre 10 a 12 kg de semilla/ha, dependiendo de la población en estudio. Se depositaron 3 semillas por sitio. Debido al bajo porcentaje de germinación (aproximadamente 50%), se realizó una resiembra, ocho días después de la siembra. Posteriormente, cuando las plantas tenían un número de cuatro hojas, se efectuó el raleo en la línea y en suelo húmedo, dejando una planta por sitio.

**Población:** se estudió dos densidades poblacionales, siendo 62.500 plantas/ha (0,8 m x 0,2 m) y 50.000 plantas/ha (1,0 m x 0,2 m), dejando una planta por sitio.

**Control de malezas:** Para el control de malezas, previo a la siembra, se aplicó un quemante (paraquat) en toda el área experimental, inmediatamente después de la siembra se aplicó en el tratamiento 1 (programa tecnología INIAP), los pre-emergentes Herbilid (Pendimentalina) 200 mL/L agua, verdic 2mL/L agua, complementado con deshierbas manuales hasta antes del cierre de las calles (60 días aproximadamente), en el tratamiento 2 (control), se manejó las malezas con aplicaciones periódicas de Glifosato, complementado con deshierbas manuales.

**Riegos:** Se realizaron riegos semanales, cubriendo la demanda del cultivo, que correspondió a aproximadamente 500 mm.

**Fertilización:** se aplicó en el tratamiento 1 (programa tecnología INIAP), Urea+ YaraMila 15 y 45 dds, en el tratamiento 2 (control), se aplicó Urea a los 15 y 45 dds. Los fertilizantes fueron aplicados sobre suelo húmedo.

**Control fitosanitario:** El control de insectos-plaga, se realizó en las parcelas de los dos tratamientos. Periódicamente, se efectuaron monitoreo de las principales plagas asociadas al algodón y se aplicaron sustancias específicas de menor impacto a los enemigos naturales, privilegiando biológicos, botánicos y organosintéticos de nueva generación y menor toxicidad.

**Regulador de crecimiento:** se realizó una aplicación de reguladores de crecimiento en las parcelas con tecnología INIAP.

**Cosecha:** para iniciar con las actividades de cosecha se tomó en cuenta que el 50% del ensayo en su totalidad este con los capullos maduros y secos, no se recolectaron capullos inmaduros.

**Eliminación de soca:** Una vez concluida las dos cosechas, el material vegetal fue cortado y retirado del campo en un sitio no cultivable, donde se procedió a quemar. Posterior se realizó un pase del cincel, arado y rastra el terreno. Tanto la quema como la preparación del terreno permiten una destrucción de los sitios de cría o sobrevivencias de las plagas típicas del algodón.

### Métodos de evaluación

Se realizaron evaluaciones semanales y quincenales de las variables biológicas consideradas para determinar la incidencia y severidad de los principales problemas fitosanitarios en cada parcela experimental, complementándose con los datos agronómicos y rendimiento, de acuerdo con la siguiente metodología:

#### a. Incidencia de artrópodos plagas y benéficos

**Incidencia de gusanos trozadores:** a los 7 y 15 días después de la siembra (dds) se registró en el área de cada parcela, el número total de plantas emergidas y número de plantas trozadas por acción de insectos de los géneros *Agrotis* y *Spodoptera* o *Prodenia* sp., determinándose con esta información el porcentaje de daño de estas plagas en algodón.

**Método del muestreo absoluto por planta:** fueron etiquetadas aleatoriamente en cada parcela útil, cinco plantas, a las cuales se les realizó el seguimiento de su desarrollo, presencia de insectos y ácaros plaga en tallo, hojas, flores y frutos, además de la fauna auxiliar. En cada fecha se contabilizaron los estados móviles de los insectos presentes. Las evaluaciones comenzaron a partir de los 8 dds y continuarán con una frecuencia semanal hasta el inicio de la cosecha. En cada fecha se registró la presencia de las siguientes plagas y sus enemigos naturales: *Atta* spp.; *Aphis* spp.; *Bemisia tabaci*; *Frankliniella* spp.; *Bucculatrix thurberiella*; *Tetranychus* spp.; *Spodoptera* sp.; *Dysdercus* sp.; *Chrisomelidae*, Tingidae; *Liriomisa*; Arañas; *Orius* spp.; *Franklinothrips* sp.; Coccinellidae; *Zelus* sp.; *Chrysopa* spp..

**Método de trampas amarillas:** a partir de los 8 dds, y con una frecuencia quincenal hasta los 79 dds., se colocó en cada parcela, una trampa pegante amarilla (5"x3"), colocada en el interior de las parcelas y a una altura graduable en correspondencia con el crecimiento del cultivo. Se utilizó como pegante aceite SAE 5W-40®. Veinte y cuatro horas después, las trampas fueron retiradas del campo y llevadas al laboratorio de Entomología de la EEP, donde se procedió a separar y contabilizar los grupos funcionales por morfo-especies de artrópodos presentes en cada trampa.

**Método de trampas Pitfall (trampas de caída):** con una frecuencia mensual, fueron colocadas en el centro de cada parcela experimental, una trampa de caída. Para el efecto se utilizó vasos plásticos transparentes de un litro de capacidad, los cuales fueron enterrados hasta el nivel del suelo, en su interior se colocó aproximadamente 500 mL de agua con detergente. Luego de 48 horas, las trampas eran retiradas y su contenido (artrópodos capturados) vaciado en frascos limpios conteniendo alcohol 70%, para su posterior identificación. En el laboratorio los especímenes fueron conservados y separados por morfo-especies.

#### b. Datos agronómicos

**Porcentaje de germinación:** a los 7 y 15 dds se registró el número de plantas emergidas en cada parcela, con lo cual se calculó el porcentaje de germinación del algodón.



**Altura de planta:** esta información se registró en tres etapas del cultivo; inicio de la floración, apertura de bellotas y antes de la primera cosecha, en cinco plantas marcadas del área útil de cada parcela. Para ello, se consideró la altura desde el cuello hasta el ápice de la planta, utilizando una regla.

**Número de nudos del tallo y ramas productivas por planta:** un día antes de la cosecha, se contó el número de nudos del tallo principal de las cinco plantas marcadas en el área útil de cada parcela, así como el número de ramas productivas. Se consideró rama productiva a la que posea al menos un capullo maduro, abierto, apto para la cosecha.

**Fecha de aparición de la primera flor:** se registró la fecha de aparición de la primera flor, además de la fecha cuando se observó que el 50% de las plantas tenían la primera flor abierta en la parcela.

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

**Número de capullos por planta:** antes de la cosecha se contabilizó el número de capullos presentes en las cinco plantas seleccionadas aleatoriamente en cada parcela.

**Cosecha:** Fue realizada en el área útil de cada parcela, la primera recolecta se efectuó al observar que el 50% de las cápsulas estaban abiertas, mientras que una segunda y última cosecha se efectuó aproximadamente tres semanas después. Se procedió a etiquetar y pesar en kg/parcela, para luego determinar el rendimiento en kg/ha.

**Peso de capullos:** posterior a la cosecha, se pesó 500 g de algodón en rama de cada una de las 32 parcelas cosechadas, en la que se determinó la relación de peso de fibra y el peso de semilla.

**Análisis económico:** una vez se valore toda la información pertinente a los tratamientos, se realizará el cálculo del presupuesto parcial, aplicando la metodología descrita por el CIMMYT (1988), en el que se consideran los costos variables y beneficio neto de cada tratamiento.

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

## Resultados

### a. Incidencia de artrópodos plagas y benéficos

**Incidencia de gusanos trozadores:** Al analizar los resultados del porcentaje de plantas trozadas por acción de insectos de los géneros *Agrotis* y *Spodoptera* o *Prodenia* sp., a los 7 y 15 dds, sólo se determinó significación estadística al comparar el programa tecnología INIAP (7dds), siendo menor el daño en las parcelas que recibieron este programa, mientras que a los 15 dds, se reportó diferencias significativas al comparar las poblaciones de plantas sembradas, presentándose menor daño en la población de 50.000 plantas/ha (Tabla 18).

**Tabla 18.** Porcentaje de plantas de algodón trozadas a los 7 y 15 días después de la siembra determinada mediante observación directa en campo. Teodomira-Santa Ana.2018.

<b>Población de plantas</b>	7 dds	15 dds
1 (62.500)	0,75	12,63 b
2 (50.000)	0,63	10,38 a
P	ns	0,0462*
<b>Variedad</b>		
1 (DP-Acala 90)	0,69	11,44
2 (Coker)	0,69	11,56
P	ns	ns
<b>Programa tecnológico</b>		
1 (tecnología INIAP)	0,38 a	10,50
2 (testigo del productor-control)	1,00 b	12,50
P	0,0444*	Ns
CV	117,83	28,47

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

dds = días después de la siembra

### Muestreo absoluto por planta

Cuando se analizó la incidencia de hormigas defoliadoras del género *Atta* spp. en las parcelas experimentales, no se encontró diferencias estadísticas para ninguno de los tres factores en estudio durante los cuatro meses de evaluación.

Con relación a las poblaciones de trips, el análisis de varianza determinó diferencias estadísticas para los tres factores, pudiéndose destacar que las poblaciones de trips fueron significativamente inferiores en las parcelas sembradas con 50.000 plantas/ha en el mes de septiembre; mientras que para el factor variedades, fue en octubre cuando se estableció diferencias significativas, sobresaliendo la variedad de algodón DP-Acala 90 con el menor número promedio de trips/planta. Con relación a la respuesta de las poblaciones de trips frente al programa tecnológico, se puede observar que los resultados fueron contradictorios, ya que en agosto fue con el tratamiento control donde se presentó significativamente menores poblaciones de trips, mientras que en septiembre destacó por sus menores poblaciones el tratamiento tecnología INIAP (tabla 19).

No hubo respuesta de la presencia de áfidos a ninguna de las dos poblaciones de plantas, así como tampoco entre las variedades en estudio. No obstante, si fue observada diferencias estadísticas entre el programa de manejo, donde destacó el testigo control, que registró las menores poblaciones de áfidos en los cuatro meses de evaluación, pero preferentemente en agosto y octubre (tabla 20).

El ADEVA no determinó diferencias estadísticas en las poblaciones de adultos de mosca blanca *B. tanaci* presentes en las dos poblaciones de siembra, no así, entre las variedades y el programa de manejo, donde existió diferencias estadísticas en los meses de evaluación. El análisis de separación de medias, estableció diferencias significativas entre las variedades en el mes de septiembre, presentando la menor población la variedad Coker. Mientras que entre las tecnologías de manejo, en el mes de julio destacó, el testigo control a diferencia del mes de agosto, donde fue el tratamiento con tecnología INIAP, que presentó la más baja población de mosca blanca (tabla 21).

**Tabla 19.** Valores acumulados mensuales de Poblaciones de *Trips* spp. en plantas de algodón, determinada mediante observación directa en campo. Teodomira-Santa Ana.2018.

<b>Población de plantas</b>	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
1 (62.500)	33,94	88,83	44,83 b	1,90
2 (50.000)	29,96	80,05	21,70 a	1,16
P	ns	ns	0,0424*	ns
<b>Variedad</b>				
1 (DP-Acala 90)	30,74	84,55	31,81	1,03 a
2 (Coker)	33,15	84,33	34,71	2,04 b
P	ns	ns	ns	0,0400 *
<b>Programa tecnológico</b>				
1 (tecnología INIAP)	32,04	107,94 b	10,34 a	1,19
2 (testigo del productor-control)	31,85	60,94 a	56,19 b	1,88
P	ns	0,0001 *	0,0001 *	ns
CV	33,41	25,74	63,62	81,73

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

**Tabla 20.** Valores acumulados mensuales de poblaciones de áfidos, en plantas de algodón, determinada mediante observación directa en campo. Teodomira-Santa Ana.2018.

<b>Población de plantas</b>	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
1 (62.500)	1,35	1,80	0,75	2,96
2 (50.000)	3,58	1,28	0,80	2,61
P	ns	ns	ns	ns
<b>Variedad</b>				
1 (DP-Acala 90)	1,71	1,34	0,80	3,08
2 (Coker)	3,21	1,74	0,75	2,50
P	ns	ns	ns	ns
<b>Programa tecnológico</b>				
1 (tecnología INIAP)	3,06	2,26 b	0,93	4,59 b
2 (testigo del productor-control)	1,86	0,81 a	0,63	0,99 a
P	ns	0,0204 *	ns	0,0001 *
CV	129,94	103,63	93,77	65,35

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

No obstante fue reportada la presencia de herbívoro Hemiptera: Tingidae, los datos indican que se presentó en muy bajas poblaciones, no mostrando diferencias estadísticas en los factores en estudio.

Cuando se analizó la presencia de minador de la hoja *Buculatrix* sp. afectando el follaje del algodón, se determinó que la población de siembra no influyó en la presencia de esta plaga, no así entre las variedades de algodón y el programa de manejo, donde el ADEVA estableció diferencias estadísticas en algunos meses de evaluación. La variedad Coker se destacó en los meses de agosto y septiembre al presentar significativamente la menor presencia del minador *Buculatrix* sp.; mientras que al comparar los programas de manejo del cultivo, en julio se registró una significativa menor presencia de la plaga en el programa tecnología INIAP (tabla 22).

**Tabla 21.** Valores acumulados mensuales de poblaciones de *Bemisia tabaci* en plantas de algodón, determinada mediante observación directa en campo. Teodomira-Santa Ana.2018

<b>Población de plantas</b>	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
1 (62.500)	3,69	6,26	2,86	4,19
2 (50.000)	3,39	6,14	3,68	4,33
P	ns	ns	ns	ns
<b>Variedad</b>				
1 (DP-Acala 90)	3,46	4,61	2,63 a	3,63
2 (Coker)	3,61	7,79	3,19 b	4,89
P	ns	ns	0,0364 *	ns
<b>Programa tecnológico</b>				
1 (tecnología INIAP)	6,15 b	4,63 a	3,05	4,69
2 (testigo del productor-control)	0,93 a	7,78 b	3,49	3,83
P	0,0001 *	0,0212*	ns	ns
CV	47,24	56,26	52,44	71,91

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

**Tabla 22.** Valores acumulados mensuales de incidencia del minador de la hoja *Buculatrix* sp. en plantas de algodón, determinada mediante observación directa en campo. Teodomira-Santa Ana.2018.

<b>Población de plantas</b>	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
1 (62.500)	0,11	0,30	0,61	0,69
2 (50.000)	0,15	0,30	0,58	0,58
P	Ns	ns	ns	Ns
<b>Variedad</b>				
1 (DP-Acala 90)	0,15	0,36 b	0,70 b	0,69
2 (Coker)	0,11	0,24 a	0,49 a	0,58
P	Ns	,0321 *	0,0082 *	ns
<b>Programa tecnológico</b>				
1 (tecnología INIAP)	0,04 a	0,28	0,65	0,59
2 (testigo del productor-control)	0,22 b	0,32	0,54	0,68
P	0,0001 *	ns	ns	ns
CV	62,98	47,12	24,37	29,09

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

La presencia de otro minador de la hoja *Liriomyza* sp., también fue analizada, observándose que hubo diferencias estadísticas entre la población de siembra y el programa de manejo, no así entre las variedades en estudio. La presencia de este minador fue significativamente menor a 62.500 plantas/ha en el mes de septiembre, mientras que al comparar los programas de manejo de cultivo, se determinó una significativa reducción de la presencia de esta plaga en las parcelas con tecnología INIAP, en los meses de julio, agosto y octubre (tabla 23).

**Tabla 23.** Valores acumulados mensuales de incidencia del minador de la hoja *Liriomyza* sp. en plantas de algodón, determinada mediante observación directa en campo. Teodomira-Santa Ana.2018.

<b>Población de plantas</b>	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
1 (62.500)	0,61	0,73	0,64 a	0,79
2 (50.000)	0,70	0,72	0,70 b	0,84
P	ns	ns	0,0427 *	ns
<b>Variedad</b>				
1 (DP-Acala 90)	0,63	0,69	0,67	0,79
2 (Coker)	0,68	0,76	0,67	0,85

P	ns	ns	ns	ns
<b>Programa tecnológico</b>				
1 (tecnología INIAP)	0,60 a	0,68 a	0,62	0,71 a
2 (testigo del productor-control)	0,71 b	0,78 b	0,72	0,93 b
P	0,0164 *	0,0357 *	ns	0,0007 *
CV	18,08	17,50	25,53	17,57

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

Con relación a la presencia de ácaros-plaga como la arañita roja *Tetranychus* spp. en el algodón, se puede mencionar que no hubo diferencias estadísticas en la presencia de esta plaga entre las poblaciones ni variedades en estudio. Sólo se constató diferencias estadísticas al comparar las tecnologías de manejo, observándose en el mes de octubre una significativa menor presencia de *Tetranychus* spp. en las parcelas con tecnología INIAP.

El chinche manchador de la fibra del algodnero *Dysdercus* spp. (Hemiptera: Pyrrhocoridae), se presentó con mayor abundancia durante la formación de la fibra, esto es en los meses de septiembre a octubre, con valore que fluctuaron entre 3,51 a 7,16 especímenes por planta. Sin embargo el ADEVA no estableció diferencias estadísticas para ninguno de los tres factores en estudio.

#### Ocurrencia de enemigos naturales

Durante este experimento fue constatada la ocurrencia de una diversidad de enemigos naturales de los principales artrópodos-plaga asociados al algodnero, pudiéndose destacar una significativa presencia de depredadores como arañas, trips *Franklinothrips* sp., coleópteros de la familia Coccinellidae entre ellos *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*, hemípteros como chinche *Orius* spp., *Zelus* sp. y *Chrysoperla* sp.

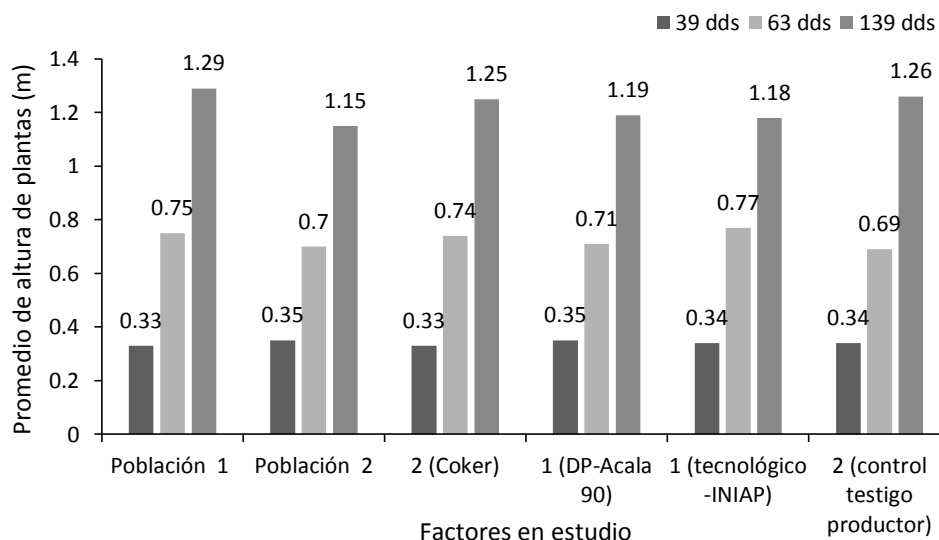
#### b. Datos agronómicos

##### Porcentaje de germinación

La germinación de los dos materiales en estudio fue de manera general baja. Sin embargo, el Coker presentó significativamente una mayor germinación a los 15 dds (58,19%) a diferencia del DP-Acala-90, que alcanzó un 41,06% de germinación.

##### Altura de planta

No hubo diferencias estadísticas en la altura de planta (m) para ninguno de los tres factores de estudio en las fechas de evaluación que correspondió a los 39, 63 y 139 dds. (Figura 28).



**Figura 28.** Valores promedio de altura de plantas (m) registrado entre los factores de estudio a los 39, 63 y 139 días después de la siembra (dds). Teodomira-Santa Ana.2018.

#### **Numero de nudos en el tallo y ramas productivas**

No hubo respuesta del número de nudos/planta entre las variedades y programa tecnológico, obteniéndose apenas respuesta en la población de siembra, donde se observó que el número de nudos/planta fue significativamente superior en la población de 62.500 plantas/ha con 15,33 nudos en la planta a los 87 dds. Algo muy similar sucedió con las ramas productivas, donde tampoco se encontró respuesta a ninguno de los tres factores en estudio.

#### **Fecha de aparición de la primera flor**

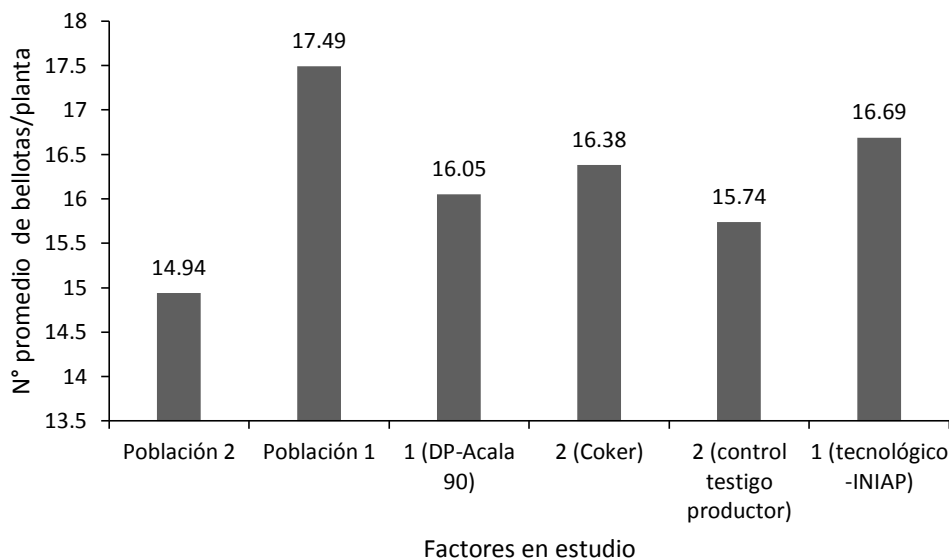
De manera general, en promedio la fecha de apertura de la primera flor fue a los 55 dds, mientras que la fecha en que las parcelas tenían el 50% de las flores abiertas, se determinó en promedio a los 69 dds.

#### **Fecha de apertura del primer capullo de algodón**

La fecha de apertura del primer capullo de algodón en promedio se dio a los 105 dds, alcanzándose el 50% de los capullos abiertos a los 121 dds.

#### **Número de bellotas por planta**

No fue registrada diferencias estadísticas en el número promedio de bellotas/planta para ninguno de los tres factores en estudio. En la figura 29, se presentan los valores promedios del número de bellotas/plantas alcanzados a los 134 dds, pudiéndose destacar que con la población de 62.500 plantas/ha, se alcanzó en mayor promedio de bellotas en planta (17,49), seguido de la parcela con tecnología de manejo INIAP que produjo en promedio 16,69 bellotas/planta. Entre las variedades fue el Coker la que ligeramente sobresalió con 16,38 bellotas.



**Figura 29.** Valores promedio del número de capullos abiertos por planta a los 134 días después de la siembra (dds). Teodomira-Santa Ana.2018.

### Rendimiento de algodón en rama en kg/parcela

Cuando analizamos el rendimiento de algodón en rama, se determinó que no hubo diferencias estadísticas entre las poblaciones de siembra y entre variedades, no así para el factor tecnologías, donde sí se estableció diferencias estadísticas en las variables rendimiento kg/parcela y kg/ha, obteniéndose una significativa mayor producción con la tecnología INIAP, alcanzando en promedio 3520 kg de algodón en rama, en comparación con el testigo que produjo 2496 kg/ha (tabla 24).

**Tabla 24.** Valores promedio del rendimiento en kg/parcela y kg/ha. Teodomira-Santa Ana.2018.

Población de plantas	Rendimiento (kg/parcela)	Rendimiento (kg/ha)
1 (62.500)	5,91	3076
2 (50.000)	5,29	2940
P	ns	ns
<b>Variedad</b>		
1 (DP-Acala 90)	5,64	3028
2 (Coker)	5,56	2988
P	ns	ns
<b>Programa tecnológico</b>		
1 (tecnología INIAP)	6,55 b	3520 b
2 (testigo del productor-control)	4,65 a	2496 a
P	0,0001 *	0,0001 *
CV	17,69	17,78

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

### Relación peso de fibra-semilla

Hubo respuesta de la relación porcentual del peso de fibra-semilla para los factores población de siembra y variedades, observándose que con la población 50.000 plantas/ha se obtuvo significativamente una mejor relación de fibra-semilla (41,25%), mientras que fue la variedad

DP-Acala 90 la que destacó significativamente en esta relación con 41,36%. Con relación al programa tecnológico no hubo diferencias estadísticas (tabla 25).

Tabla 25. Relación porcentual del peso de fibra-semilla en experimento de algodón. Teodomira-Santa Ana.2018.

<b>Población de plantas</b>	Peso de fibra	Peso de semilla
1 (62.500)	39,56 a	60,444 b
2 (50.000)	41,25 b	58,75 a
P	0,0162 *	0,0430 *
<b>Variedad</b>		
1 (DP-Acala 90)	41,36 b	58,64 a
2 (Coker)	39,19 a	60,81 b
P	0,0218 *	0,0091 *
<b>Programa tecnológico</b>		
1 (tecnología INIAP)	40,38	59,62
2 (testigo del productor-control)	40,44	59,56
P	ns	ns
CV	2,46	1,98

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

## Conclusiones

La presencia de artrópodos-plaga como trips, *Buculatrix* sp. y *Dysdercus* sp. fue significativamente importante durante el desarrollo del experimento.

Con la tecnología INIAP, se alcanzó una reducción de la presencia de algunos artrópodos-plaga, obteniéndose además la mejor producción con 3520 kg/ha de algodón en rama.

## Recomendaciones

Continuar con los estudios programados durante el 2019, que busquen contribuyan al desarrollo de un programa de manejo integrado del cultivo de algodón y contribuya a la sostenibilidad del cultivo.

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

### Responsable

Dr. Ernesto Cañarte B. (Entomología EEP).

### Colaboradores: Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico contratado FAO)

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

Ing. Ramón Solórzano (Entomología EEP).

Ing. Goever Peña (EEP)

Dr. César Tápiá (DENAREF-EESC)

Ing. Álvaro Monteros (DENAREF-EESC)

Milton Vega (FAO)

Wimper Rodríguez (FAO-Pedro Cabo).



### Otros colaboradores

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

### Objetivos específicos

Colectar germoplasma de especies silvestres de *Gossypium* sp. en las provincias de Manabí y Guayas.

Refrescar materiales de algodón conservados en el DENAREF del INIAP

### Ubicación

La actividad de colecta de nuevos materiales de algodón silvestre, se lo inició a partir de septiembre de 2018 en las provincias de Manabí y Guayas y se lo continuará durante el 2019. Los primeros 18 materiales de algodón colectados en Manabí, están establecidos en campo, en el Lote Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, situada en la parroquia Colón del cantón Portoviejo-Manabí y localizada en 0565251 Norte, 9875872 Oeste (UTM) y a una altitud de 58 msnm. Estas nuevas recolectas buscan incrementar el banco de germoplasma de algodón que reposa en el DENAREF, con la finalidad de seleccionar posibles materiales de alto rendimiento, o que sirvan de base para a futuro implementar un programa de mejoramiento de este cultivo.

El proceso de refrescamiento se tiene previsto realizarlo entre los años 2019 y 2020, en los campos de la EEP.

### Procedimiento

#### Fuente de información

Para el presente plan de colecta del género *Gossypium* spp., se revisó la base de datos para la especie, del herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y se utilizó la metodología, según documento preparado por Monteros y Tapia (2018). La primera fuente de información a revisar para el proceso de prospección y colecta fueron los protocolos utilizados por el INIAP-DENAREF (anexo 2). En el caso específico de *Gossypium* spp. a partir de la información de herbario recopilada, se realizaron los viajes de prospección en cada uno de los puntos obtenidos, utilizando los formatos de recolecta que están estandarizadas y usados comúnmente por el INIAP-DENAREF (Monteros-Altamirano et al., 2018).

#### Georreferenciación de puntos de colecta

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

#### Recolección de muestras de algodón nativo

Se realizaron las colectas de motas con semillas y muestras botánicas de las plantas de algodón, seleccionadas cuando se encontraron individuos o plantas de algodón con motas y flor, ya que es posible solamente encontrar en flor o solamente en mota, en el mejor de los casos se obtiene tanto la muestra botánica como de semilla o simplemente una de ellas.

#### Colectas de muestras para herbario

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

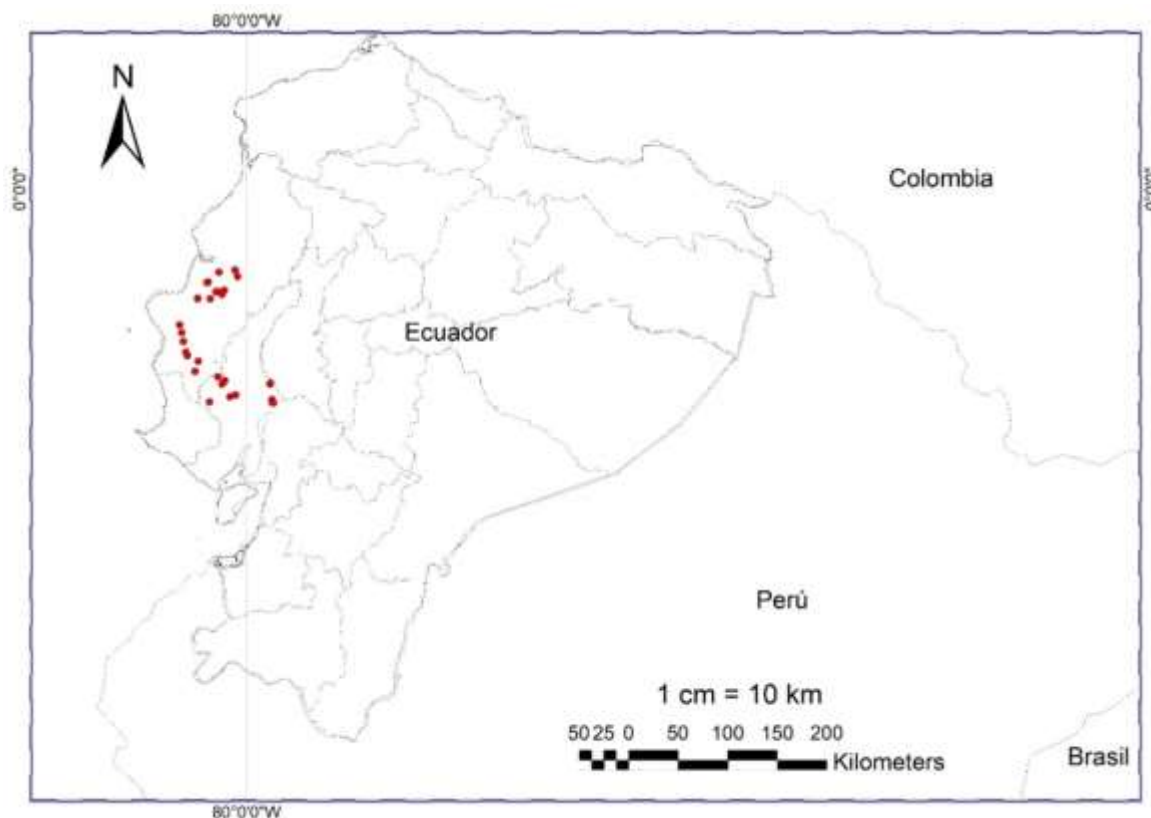
### **Registro de Datos Pasaporte**

Se realizaron las anotaciones pertinentes como lugar y fecha de colección, nombre del colector o colectores, características morfológicas más importantes (anexo 2) y referencia ecológica o de hábitat así como fotografía de cada muestra antes de prensado. Luego se procedió al prensado de los ejemplares, colocando cada uno de ellos en papel periódico que tiene la función de secante, superponiendo varias hojas en el transcurso del viaje, los que se prensan con dos tableros de madera de 35 x 45 cm, para finalmente ser amarrados con una cuerda.

### **Resultados**

#### **Elaboración de mapas de distribución geográfica de las colectas**

Los mapas de distribución geográfica, se elaboraron mediante el uso del programa DIVA ARCGIS con la base *shape file* que delimita las regiones geográficas y políticas del Ecuador, empleando la base de datos de las prospecciones y colectas realizadas durante el proceso de campo. Para el presente trabajo se georreferenciaron 37 sitios en total con presencia de la especie de interés. Con la información de los puntos georeferenciados se formó una base de datos en *Excel* para luego ser importada desde la herramienta Arcmap. En este caso, generó información de la distribución geográfica de la especie de algodón, basados en el número de puntos georeferenciados para cada una de las muestras colectadas (Figura 30).



**Figura 30.** Georreferenciación de 37 sitios de colecta de materiales de algodón de interés en las provincias de Manabí y Guayas. 2018.

### **Banco de germoplasma**

De las 37 materiales de algodón colectados durante este año, 18 de ellos se encuentran establecidos en el campo de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP. Se tiene considerado iniciar durante el 2019 la caracterización morfológica, utilizando y adaptando los descriptores disponibles para esta especie vegetal (anexo 2).

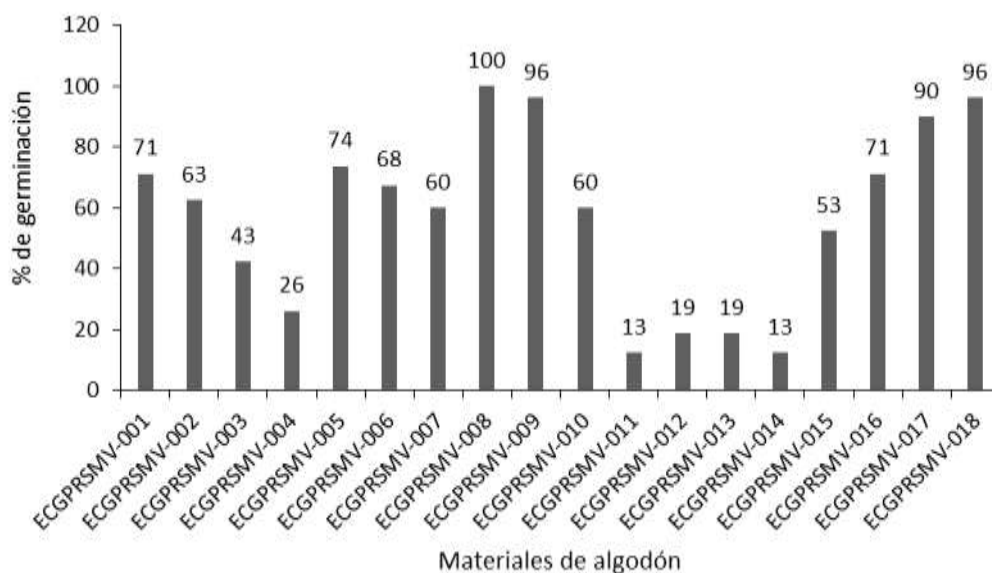
### **Evaluación del porcentaje de germinación de 18 materiales recolectados**

En la tabla 26, se observa el porcentaje de germinación realizado a los primeros 18 materiales silvestres de *Gossypium* sp. colectados en varias zonas algodoneras de la provincia de Manabí. Se observó una respuesta diferenciada en los tiempo de germinación, existiendo materiales con una marcada precocidad en su germinación, como el material ECGPRSMV-008 y ECGPRSMV-009, que germinaron a los 5 dds, mientras que existieron materiales tardíos como ECGPRSMV-011 que germinó a los 13 dds.

En la figura 31, se puede observar que los valores más altos de germinación fueron alcanzados por los materiales ECGPRSMV-008, ECGPRSMV-009 y ECGPRSMV-018, con 100, 96 y 96% de germinación, respectivamente.

**Tabla 26.** Registro del de porcentaje de germinación de 18 materiales silvestres de *Gossypium* spp. colectados en la provincia de Manabí. EEP-INIAP 2018.

Código	N° de semillas utilizadas	Días después de la siembra									
		1	2	5	6	7	8	9	13	14	19
ECGPRSMV-001	80	0	0	43	54	61	64	69	71	71	71
ECGPRSMV-002	80	0	0	34	46	51	53	55	58	61	63
ECGPRSMV-003	80	0	0	15	31	36	38	38	41	41	43
ECGPRSMV-004	80	0	0	6	10	11	13	14	21	21	26
ECGPRSMV-005	80	0	0	3	9	14	35	49	69	70	74
ECGPRSMV-006	80	0	0	0	8	14	36	50	68	68	68
ECGPRSMV-007	20	0	0	20	20	20	35	40	70	60	60
ECGPRSMV-008	10	0	0	90	100	100	100	100	100	100	100
ECGPRSMV-009	80	0	0	69	75	94	93	94	96	96	96
ECGPRSMV-010	80	0	0	30	45	54	58	59	60	60	60
ECGPRSMV-011	20	0	0	0	0	0	0	0	10	11	13
ECGPRSMV-012	80	0	0	8	10	10	10	10	15	15	19
ECGPRSMV-013	80	0	0	9	10	10	11	11	13	14	19
ECGPRSMV-014	80	0	0	1	1	3	3	4	6	9	13
ECGPRSMV-015	80	0	0	5	6	8	16	16	44	45	53
ECGPRSMV-016	80	0	0	10	11	11	31	43	65	70	71
ECGPRSMV-017	80	0	0	5	24	46	74	81	89	90	90
ECGPRSMV-018	80	0	0	3	18	33	75	90	96	96	96



**Figura 31.** Porcentaje de germinación de semillas de materiales silvestres de *Gossypium* spp.

a los 19 días después de la siembra recolectados en la provincia de Manabí. EEP-INIAP 2018.

### Conclusiones

Han sido recolectados 37 materiales silvestres de *Gossypium* spp., de los cuales 18 se encuentran establecidos en un banco de germoplasma en la EEP.

### Recomendaciones

Continuar con las colectas para incrementar el banco de germoplasma y caracterizarlo.

### Referencias bibliográficas

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

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F. México: CIMMYT. 79 p.

Comité Consultivo Internacional del Algodón (ICAC). 2017. Consultado 12-06-2018.

Disponible en:

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

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

Delvare, G., Aberlenc, Henri-Pierre, Michel, B., Figueroa, A. (2002). Los insectos de África y de América Tropical. Claves para la identificación de las principales familias. CIRAD, Montpellier-France. 259p.

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

EMBRAPA-Algodao 2009. BRS 286 Cultivar de alta produtividade de pluma de porte baixo, 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.

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

INIAP 1989. Informe Anual Técnico, Programa de Algodón. Estación Experimental Portoviejo. 20p.

INIAP 1994. Informe Técnico Anual, Cultivo de Algodón. Estación Experimental Portoviejo. 24p.

Lofego A.C., 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.

Mendiburu, F. 2017. Agricolae tutorial versión (1.2-8). 85 p. Disponible en:

<https://cran.r-project.org/web/packages/agricolae/vignettes/tutorial.pdf>

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. INIAP-FAO. Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Ecuador. 104 p. ISBN: 978-9942-22-262-6.

Montgomery D. 1984. Design and Analysis of Experiments. Edit. John Wiley and Sons. New York, 538p.

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.

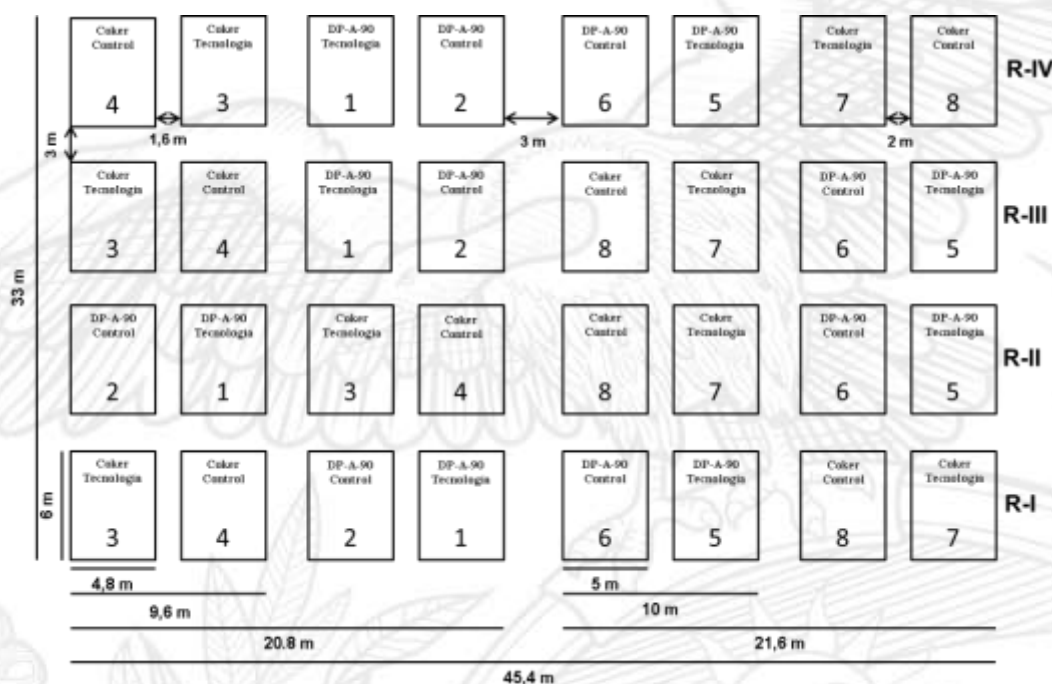
Silveira Neto S., Nakano O., Barbin D., Villa-Nova N.A. (1976) Manual de Ecología dos Insetos. São Paulo, Brasil.

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

Steel R y Torrie J. 1988. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Segunda Edición. México 622p.

## Anexos

### Anexo 1. Esquema de la disposición del experimento en campo



### Anexo 2. Caracterización y evaluación preliminar *in situ* de algodón *Gossypium* spp.

## Características vegetativas

### D1. Hábito de crecimiento

- 3 = Prostrado
- 5 = Compacto
- 7 = Erguido

### D3. Color del tallo

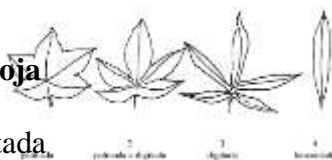
- 1 = Verde claro
- 2 = Verde
- 3 = Verde rojizo

### D5. Densidad del Follaje

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

### D7. Forma de la hoja

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



### D9 Intensidad del color verde de la hoja

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

### D11. Nectarios en hojas

- 0 = ausencia
- 1 = Presencia

### D13. Tipo de flora

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



### D15. Color del polen

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

### D17. Dentado de la brácteas

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

### D2. Forma de la planta

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



### D4 Vellosoidad del tallo

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

### D6. Tamaño de planta

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

### D8. Tamaño de la hoja

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

### D10 Pubescencia en el envés de la hoja

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

### D12. Densidad del follaje

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

### D14. Color del pétalo

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

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

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

### D18. Tamaño de la brácteas

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

**D19. Tamaño de la capsulas**

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

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

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

**D23. Grado de apertura**

- 3 = Débil
- 5 = Media
- 7 = Fuerte

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

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

**D27. Finura de la fibra**

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

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

- 0 = Ausencia
- 1 = Presencia

**D31. Color de la borra**

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

**D20. Forma longitudinal de las capsulas**

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



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

- 1 = Débil
- 2 = Media
- 3 = Fuerte



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

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

**D26. Longitud de la fibra**

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

**D28. Color de la fibra**

- 1 = Blanco
- 2 = Beige
- 3 = Marrón

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

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

**D32. Tamaño de la semilla**

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



## **2. Actividad. Visita de la misión brasileña de implementación del proyecto regional “Fortalecimiento del sector algodonero por medio de la cooperación Sur-Sur-GCP/RLA/199/BRA”**

En fecha 05 de febrero de 2018, la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, recibió la visita de la Misión Brasileña de Implementación del Proyecto Regional “FORTALECIMIENTO DEL SECTOR ALGODONERO POR MEDIO DE LA COOPERACIÓN SUR-SUR-GCP/RLA/199/BRA” en Ecuador. Para esto se firmó entre el gobierno brasileño, el gobierno ecuatoriano y la FAO, en agosto de 2017, el proyecto país “**Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar**”.

De esta manera, con miras a iniciar las actividades del proyecto y retomar los acuerdos firmados por las partes, se realizó, en el período de 31 de enero a 07 de febrero del 2018, la primera misión técnica al Ecuador. Como parte de sus actividades, estaba programada la visita a la Estación Portoviejo del INIAP, con el fin de mantener una reunión de trabajo con el Dr. Cañarte (punto focal del INIAP en el proyecto) y analizar el diseño de las actividades de generación y validación de tecnologías en algodón. Participaron de la reunión Adriana Gregolin Coordinadora Regional del Proyecto +Algodón, Joelcio Carvalho Asistente Ejecutivo Regional del Proyecto +Algodón, Johanna Flores Asistente de Programas de la FAO en Ecuador, David Suárez Coordinador Nacional del Proyecto +Algodón, Vlaminck Paiva Saraiva, Director Técnico de la Empresa de Asistencia Técnica y Extensión Rural de Paraíba (EMATER-PB), como asociada a la Asociación Brasileña de Asistencia Técnica y Extensión Rural (ASBRAER), Alexandre Alfredo Soares da Silva, Coordinador Técnico de EMATER-PB, Leonardo Pol Suarez, Coordinador de Cooperación Técnica de la Asesoría Internacional del Ministerio del Trabajo (ASINT/MT) y Tania Romano Asesora especial del Ministro del Trabajo, establecido en la Subsecretaría Nacional de Economía Solidaria (SENAES/MT). Además de Eddie Zambrano Zambrano Director (E) de la EE Portoviejo, Ernesto Cañarte Punto Focal del INIAP, Bernardo Navarrete C. y Ramón Solórzano F. Investigadores del DNPV-Entomología de la EEP, Benny Avellán Responsable del NT/C de la EEP.

El Dr. Cañarte expuso a la misión, el borrador de proyecto “Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano”, con lo cual el INIAP buscaba contribuir al desarrollo del proyecto +Algodón-Ecuador. La Estación recibió las felicitaciones de parte de la misión por la propuesta de proyecto que estaba a su criterio en sintonía con los grandes intereses y objetivos del Proyecto Regional de +algodón. Además, fue ofrecido por parte de la misión, el apoyo para la ejecución de gran parte de las actividades del proyecto algodón-INIAP. FAO ofreció apoyo con la contratación de un técnico destinado a las actividades de investigación que la EEP desarrollará en algodón, lo cual se cumplió a la fecha.

## **3. Actividad. Visita a plantaciones de cocotero *Cocos nucifera* L. (Arecaceae) con problemas fitosanitarios en Cojimíes, Pedernales-Manabí**

Con fecha 20 de abril de 2018, la Dirección de la EEP, solicita al Dr. Ernesto Cañarte B. (Entomólogo), la colaboración para visitar plantaciones de cocotero que presentaban problemas fitosanitarios en la zona norte de Manabí. El objetivo de la comisión fue evaluar la problemática fitosanitaria de plantaciones de cocotero *Cocos nucifera* L. en la zona de

Cojimíes, Pedernales-Manabí. Se visitaron tres plantaciones y en cada una se realizó un reconocimiento visual y se registró la infestación de los principales problemas fitosanitarios.

Del diagnóstico se desprende que las plantaciones están establecidas con materiales diversos y edades que fluctúan entre 4 y 60 años, incluso dentro de la misma plantación. Se aprecia en algunos casos plantas extremadamente altas, lo cual dificulta un adecuado y oportuno manejo fitosanitario. No hay un monitoreo permanente de los problemas fitosanitarios y esto complica el establecimiento de un programa de manejo. No hay mayor control sobre el estado nutricional de los suelos y las plantas, que les permita en su momento oportuno realizar el plan de fertilización.

De la observación visual de la problemática fitosanitaria en las fincas, se determinó principalmente la presencia insectos defoliadores como el gusano monturita *Sibine* spp. (Lepidoptera: Limacodidae), chupadores como la escama amarilla del cocotero *Aspidiotus destructor* (Hemiptera: Diaspididae), ácaro rojo del cocotero *Tetranychus* spp. (Acari:Tetranychidae), anillo rojo cuyo causante es el nematodo *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) (Nemata: Aphelenchida: Aphelenchoides) y la gualpa del cocotero *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae).

**Conclusiones:** Si bien es cierto se identificó en esta única visita, la ocurrencia de importantes plagas, no es menos cierto que la mayor preocupación es la presencia del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, causante del anillo rojo y capaz de ocasionar severas pérdidas económicas a las plantaciones de cocotero.

**Compromisos:** mediante Memorando Nro. INIAP-INIAP-2018-0104-MEM de fecha 21 de mayo de 2018, la Dirección Ejecutiva, me designa como miembro del Equipo multidisciplinario para desarrollar e implementar alternativas de asistencia ante el problema que afecta a la palma de coco en la zona de Pedernales.

En este marco, el INIAP ofreció la realización de un seminario teórico práctico “Manejo Integrado del Cultivo de Palma de coco”, donde el DNPV-Entomología participó con la charla técnica “Reconocimiento y Manejo de problemas fitosanitarios en plantaciones de palma de coco”. El evento se cumplió en Cojimies, Pedernales-Manabí el 06/06/2018, dirigido a 58 participantes: 12 MAG, 2 AGROCALIDAD, 25 ULEAM, 6 GAD-Pedernales, 13 Productores.

#### 4. Actividad. Informe de socialización de conocimientos adquiridos: “Bioecología de ácaros”

Como compromiso del contrato de beca de los estudios doctorales del Dr. Ernesto Cañarte, en la Universidad Federal de Vicosa-Brasil/Universidad Federal de Tocantins-Brasil, se realizó una réplica de conocimiento, mediante la presentación de un seminario, como se describe a continuación:

El evento se realizó en los días viernes 13 de julio de 2018 en la Estación Experimental Portoviejo (EEP) y miércoles 25 de julio 2018 en la Estación Experimental Santo Domingo (EESD). En la EEP, participaron 57 personas, distribuidas en 16 técnicos de la EEP, 2 técnicos de FAO, 2 profesores de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), 1 profesor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ULEAM-MFL), 34

estudiantes de la ULEAM y 2 estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí (UTM). Mientras que en la

EESD, participaron 74 personas, distribuidas en 15 técnicos de la EESD, 2 técnicos del MAG-Santo Domingo, 6 profesores del Instituto Técnico Superior Calasacón (ITSC) y 51 estudiantes del ITSC.

Durante la capacitación fueron abordados los siguientes cuatro temas:

**Tema 1. Herbívoros manipulan las defensas de las plantas?:** evolución defensiva-herbívoros, co-evolución insectos-plantas, depredación.

**Tema 2. Ácaros depredadores:** Los ácaros: historia evolutiva, familias de importancia económica, principales plagas que controla los Phytoseiidae.

**Tema 3. Bioecología de ácaros en piñón:** Se expuso la metodología, resultados, discusión y conclusiones de los cinco capítulos que tuvo mi tesis doctoral.

**Tema 4. El fenómeno de la resistencia a plaguicidas:** desarrollo de la resistencia y su manejo.

**Plenaria:** al final de cada evento se desarrolló una sesión de preguntas, discusión general de los temas abordados y se realizaron las respectivas conclusiones.

#### **5. Actividad. Participación en el evento “Directrices hacia la sostenibilidad de los resultados de la Cooperación Sur-Sur Trilateral en América Latina y Haití: cadena de valor del algodón”. Santiago de Chile, Chile**

Entre los días 12 al 14 de marzo de 2018, el Dr. Ernesto Cañarte B., participó de este evento, realizado en Santiago de Chile, Chile, cumpliéndose la siguiente temática: **Tema 1:** Visibilizando los avances de los proyectos +Algodón en los países. Presentación de los resultados alcanzados por los proyectos países en el marco de la Cooperación Sur-Sur Trilateral: Avances de los Proyectos +Algodón Paraguay, Perú, Colombia, Bolivia y Ecuador: actividades desarrolladas, instituciones involucradas, demandas atendidas, desafíos existentes. **Tema 2:** planificando para avanzar. Planificación POA-2018 por países. **Tema 3:** construyendo las directrices hacia la sostenibilidad de los resultados generados por los proyectos en el marco de la Cooperación Sur-Sur Trilateral. En cada ocasión se presentaron exposiciones en la temática.

Participé como moderador en el **Panel 3:** Avances de los Proyectos +Algodón Colombia: actividades desarrolladas, instituciones involucradas, demandas atendidas, desafíos existentes.

**Beneficios de la comisión:** como punto focal del INIAP en el proyecto +Algodón-Ecuador, fue enriquecedor, ya que el evento me permitió de primera mano, conocer el proceso de inicio y finalización del proyecto en mención para países como Paraguay y Perú, que estarán terminando sus actividades en diciembre de este año. Apoyar la sustentación del proyecto +Algodón-Ecuador, exponer la activa participación del INIAP en el desarrollo de las actividades concerniente a la generación de tecnologías en algodón. Consolidar nuestra participación en el Comité Técnico del proyecto y la aprobación del POA-2018.

#### **6. Actividad. Respuesta de varias sustancias inductoras de resistencia a la incidencia de virus en maíz**

## Antecedentes

Las plantas tienen la capacidad de reaccionar al ataque de organismos nocivos mediante la puesta en marcha de un sistema de defensa interna que puede ser constitutivo al estar presente en la planta o inducido mediante la aplicación de sustancias externas. La grave problemática viral que tiene el maíz en los actuales momentos, hace necesario investigar este tipo de estrategias para aportar al manejo integrado de estos problemas fitosanitarios.

## Ubicación

Esta investigación se inició en fecha 16 de julio de 2018, en el lote “Teodomira” de la EE-Portoviejo, situada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana-Manabí, localizada geográficamente a 01°09’51” de Latitud sur y 80°23’24” de Longitud oeste, a una altitud de 60 msnm.

## Características edafo-climáticas

Temperatura promedio	26,4 °C
Precipitación media anual	851,57 mm
Humedad relativa promedio	81%
Topografía	Plana
Tipo de suelo	Franco

*Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI (2011-2016). Estación Meteorológica La Teodomira (UTM), Lodana Santa Ana-Manabí.*

## Procedimiento

Se realizó la siembra de 24 parcelas de 9,6 m<sup>2</sup>, con una población de 60 plantas por parcela, a un distanciamiento de 0,2 m entre plantas y 0,8 m entre hileras, se estudiaron siete tratamientos y un testigo control, los tratamientos consistían en sustancias inductoras de resistencia no especificadas, las cuales fueron asperjadas sobre toda la planta en cada uno de los tratamientos, utilizando para esto una bomba nebulizadora de espalda de cinco litros, estas aplicaciones se las realizó a los 10, 24 y 38 dds. El manejo agronómico que se le dio al experimento fue aquel dado para los experimentos de maíz, utilizando las recomendaciones del INIAP.

## Levantamiento de la información

### Muestreo de las poblaciones de insectos vectores

Se realizó la ubicación de una trampa pegante de color amarillo de (15 x 8 cm), la cual fue ubicada en el interior de cada parcela, a la misma altura de las plantas. Veinte y cuatro horas después, la trampa fue retirada del campo y llevada al laboratorio de Entomología de la EEP, donde se procedió a separar y contabilizar los insectos vectores (Afidios y Trips) presentes en cada trampa, con la finalidad de registrar la población existente de estos vectores de virus.

### Evaluación del estado fitosanitario de las plantas

A los 65 dds se realizó la evaluación del porcentaje de plantas con mazorcas secas, plantas sin presencia de mazorcas y plantas muertas prematuramente por problemas virales. Adicionalmente, se identificó tres categorías de plantas por parcela, a las cuales se les realizó el análisis serológico mediante Elysa. Las categorías fueron las siguientes:

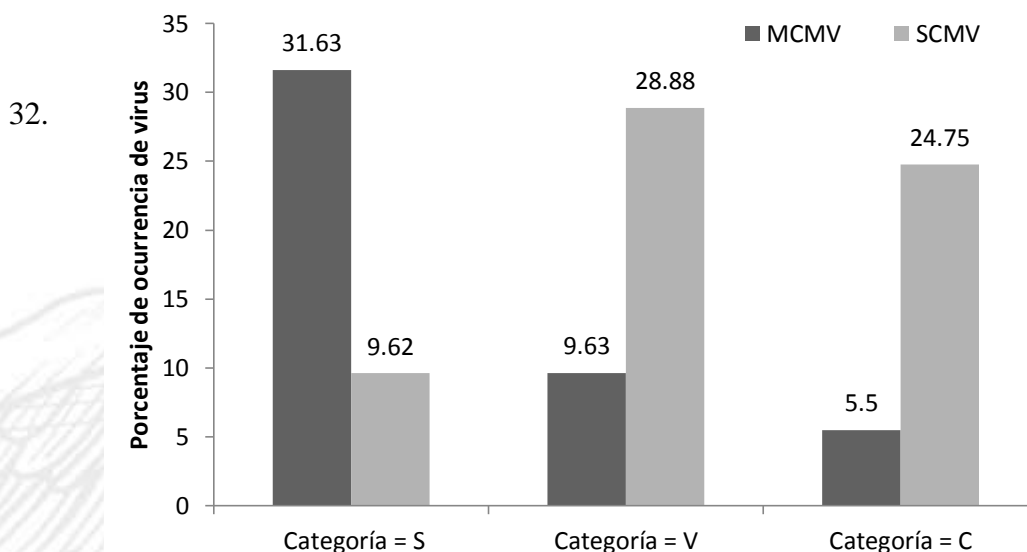
- S= Planta improductiva totalmente seca
- V= Planta verde con secamiento prematuro de mazorcas
- C= Planta control en óptimas condiciones

## Resultados

Ninguno de las sustancias empleadas pudo diferenciarse estadísticamente del tratamiento control en las variables evaluadas (Tabla 27). Respecto al estado fitosanitario de las plantas a la cosecha, se determinó que el MCMV influyó más en el síntoma de planta totalmente improductiva y que plantas asintomáticas tuvieron porcentajes importantes de SCMV (Figura 32).

**Tabla 27.** Promedios de poblaciones de vectores y variables de producción en estudio de uso de inductores de resistencia a virus. Teodomira, 2018.

Tratamiento	Insectos vectores		% de plantas con mazorca seca	% de plantas Sin mazorca	% de plantas muertas
	Afidos	Thrips			
1	3	1	42	11	6
2	6	2	41	10	2
3	7	2	50	9	3
4	6	2	52	9	3
5	5	1	38	8	1
6	5	2	34	7	3
7	7	2	51	11	7
8	5	4	54	17	5
p	0,61	0,36	0,87	0,84	0,68
CV (%)	43,29	84,78	44,39	70,38	106,50



Figura

Caracterización de sintomatología asociada a determinación serológica de virus en estudio de sustancias inductoras de resistencia en maíz. Teodomira, 2018.

### 7. Actividad. Establecimiento de cría de *Spodoptera frugiperda* en laboratorio

En el laboratorio del Departamento de Entomología de la EEP, se ha establecido una cría de *Spodoptera frugiperda*, en este lugar se tienen controladas las condiciones de luz, temperatura y humedad relativa, se está utilizando una dieta artificial propuesta por Morales *et al.* (2010) (Tabla 28), que presenta los porcentajes más altos de emergencia de adultos (> 80%). La duración promedio de los estadios biológicos de *S. frugiperda* bajo las condiciones del laboratorio (25°C 70% HR), han sido 3-5 días para huevos, estadio larval entre 15-21 días,

pupa 7-12 días y adultos entre 7 y 15 días. Las larvas obtenidas en la cría masiva han servido para el establecimiento de la Actividad “Bioensayos de la eficacia del aceite de piñón *Jatropha curcas* L. sobre larvas de lepidópteros defoliadores en maíz”.

Esta cría se la mantendrá para continuar con los estudios de eficacia de varias sustancias con propiedades plaguicidas.

**Tabla 28.-** Ingredientes y dosis para preparar un litro de dieta artificial.

Ingrediente	Cantidad
Frejol blanco	4 0 0 g
Levadura	60 g
Acido ascórbico	6 g
Metil-p-Hidroxibenzoato	4 g
Acido sórbico	2 g
Formol	4 ml
Agar	30 g
Agua	1500 ml

### Referencias bibliográficas

Morales, P., Noguera, Y., Escalona, E., Fonseca, O., Rosales, C., Salas, B., Ramos, F., Sandoval, E., y Cabañas W (2010). Sobrevivencia larval de *Spodoptera frugiperda* Smith con dietas artificiales bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía Tropical*, 60(4):375-80.

**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**

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

**SECCIÓN: FITOPATOLOGÍA**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2018**

## INFORME ANUAL 2018

1. **Departamento / Programa :**  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROTECCIÓN VEGETAL - FITOPATOLOGÍA (DNPV-FITOPATOLOGÍA)
2. **Nombre director de la Estación Experimental:**  
ING. EDDIE ELY ZAMBRANO ZAMBRANO
3. **Responsable del Departamento / Programa en la Estación Experimental:**  
ING. ALMA ALEXANDRA MENDOZA GARCÍA
4. **Equipo técnico multidisciplinario I+D:**  
Ing. Daniel Alarcón Cobeña  
Ing. Ricardo Limongi Andrade  
Ing. Eddie Zambrano Zambrano  
Dr. Ernesto Cañarte Bermúdez  
Ing. Bernardo Navarrete Cedeño  
Ing. Ramón Solórzano Faubla  
Ing. Geover Peña Monserrate  
Ing. Johan Parraga Velez  
Ing. Nestor Valarezo Beltrón  
Ing. Hugo Álvarez Plúa  
Ing. Joffre Pincay Menendez  
Ing. Wilmer Ponce Saltos
5. **Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo
6. **Proyectos:**
  - 6.1. Título: Evaluaciones de los problemas fitosanitarios del cultivo de maíz  
Fuente de financiamiento: Gasto corriente  
Presupuesto: \$ 1000  
Fecha de inicio: 02-03-2018  
Fecha de finalización: 30-11-2013
  - 6.2. Título: Evaluación multilocal del comportamiento agronómico, productivo, sanitario y organoléptico de selecciones de café arábigo introducidas al Ecuador y otras desarrolladas en territorio/ Evaluaciones fitosanitarias en café arábigo  
Fuente de financiamiento: Gasto corriente  
Presupuesto: \$  
Fecha de inicio: 01-06-2016  
Fecha de finalización: 15-12-2019
  - 6.3. Título: Identificación de hongos asociados al cultivo del piñón/Determinación de la patogenicidad de hongos asociados al piñón.  
Fuente de financiamiento: Gasto corriente  
Presupuesto: \$  
Fecha de inicio: 05-01-2017  
Fecha de finalización: 30-12-2022
  - 6.4. Título: Propiedades fungicidas del aceite de piñón/ Determinación del efecto del aceite de Piñón sobre cultivos afectados por antracnosis y cercosporiosis  
Fuente de financiamiento: Gasto corriente  
Presupuesto: \$  
Fecha de inicio: 05-02-2018



Fecha de finalización: 30-12-2018

6.5. Título: Evaluación del comportamiento de passifloráceas frente a *Fusarium* spp.

Fuente de financiamiento: Gasto corriente

Presupuesto: \$ 1.000

Fecha de inicio: 05-02-2018

Fecha de finalización: 30-12-2018

## 7. Socios estratégicos para investigación: CIBE-ESPOL

## 8. Publicaciones:

Tacan, M., Pérez, C., Tapia, C., Mendoza, A. (Noviembre del 2018). La Crioconservación, una alternativa de conservación en el banco de germoplasma del INIAP. En C. Caicedo (Presidencia), Primer Congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. “Promoviendo una agricultura Climáticamente Inteligente en la Amazonía” (pp. 90-93). ISBN: 978-9942-35-604-8. La Joya de los Sachas, Ecuador.

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

Mendoza, A. (2018). Charla *Enfermedades del cacao*. En taller de capacitación en su fase teórica. Taller llevado a cabo en el Salón Auditorio de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, Portoviejo, Manabí.

Mendoza, A. (2018). Charla *Manejo de plagas en los cultivos de café y cacao*. Capacitación a técnicos de Agrocalidad. Curso llevado a cabo en Escuela Superior Politécnica de Manabí MFL. Bolívar, Manabí.

Mendoza, A. (2018). Charla *Principales enfermedades de la piña y frutales*. Capacitación a productores de Santa Cruz. Capacitación llevada a cabo en el sitio Guayabillos de la Parroquia Bellavista, Santa Cruz, Provincia de Galápagos, Ecuador.

Mendoza, A. (2018). Charla *Principales enfermedades de la piña y frutales*. Capacitación a Técnicos del MAG. Capacitación llevada a cabo en el MAG, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.

Mendoza, A. (2018). Charla *Principales enfermedades del maíz*. Curso de Formación de productores de semilla de híbridos de maíz. Curso llevado a cabo en INIAP Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí.

INIAP, Estación Experimental Portoviejo, (2018). *Difusión del híbrido de maíz duro INIAP H-603*. Día de campo llevado a cabo en la localidad San Antonio, cantón Chone, provincia de Manabí.

## 10. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:

**Actividad 1.** Identificación de problemas fitosanitarios en el cultivo de maíz.

**Responsable:** Ing. Alma Mendoza García

**Colaboradores:** Ings. Daniel Alarcón y Ricardo Limongi

### Antecedentes

El maíz es uno de los cultivos transitorios de mayor importancia en el Ecuador; de acuerdo a la ESPAC 2016 a nivel nacional la superficie cosechada y la producción presentan una tasa de

crecimiento negativa de 27,02 y 41,76% respectivamente; la provincia de Manabí en el año 2016 aportó con el 29,41% de la producción nacional de maíz duro, con una producción de 320.853 Tm correspondiente a 82.491 ha cosechadas (INEC-ESPAC, 2016).

En años anteriores, en el Litoral ecuatoriano se han reportado enfermedades en maíz, como tizón, manchas foliares por curvularia y cercospora, mancha café, pudrición por bacterias y la denominada “cinta roja” enfermedad cíclica transmitida por la cigarrita *Dalbulus maydis* Delong & Wolcott que de acuerdo al 71,00% de agricultores encuestados, las pérdidas estimadas llegan al 63,18% del rendimiento (INIAP, 2005).

A nivel mundial el maíz es infectado por más de 50 enfermedades virales; en Venezuela las investigaciones realizadas indican que en condiciones de campo el maíz es afectado por cinco virus (Mariño et. al., 2010); en Colombia se reportan cuatro enfermedades de origen viral, siendo las más frecuentes el mosaico del enanismo del maíz y el rayado fino, en tanto que el bandeado y el moteado se presentan más esporádicamente. En Perú también se ha reportado la presencia del virus del moteado clorótico del maíz en los valles centrales de la costa, causando necrosis y muerte de plantas en maíz (Castillo y Hebert, 2003)

Desde finales del año 2014 en el valle del Río Portoviejo se ha observado un incremento paulatino de una sintomatología similar a la causada por enfermedades de origen viral, que provoca síntomas como mosaico severo, rayado foliar muy marcado, necrosamiento y muerte prematura de las plantas cuando son afectadas en las primeras etapas del cultivo, alcanzando una incidencia de hasta un 96,65% de plantas afectadas (INIAP, 2015).

## Objetivos

Evaluar el comportamiento fitosanitario de materiales promisorios de los ensayos establecidos por el programa de Maíz de la EEP.

## Metodología

### Características del sitio experimental

#### Ubicación

Esta investigación se realizó en los ensayos que el Programa de Maíz tiene establecido en el Lote Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo.

Provincia	Manabí
Cantón	Santa Ana
Parroquia	Lodana
Sitio	La Teodomira
Altitud	70 msnm
Latitud	-1.16454100
Longitud	-80.3815050

## Tratamientos en Estudios

ENSAYO 1 Híbridos simples promisorios S4. Pob. 5-6-7-y 8 x S4. PM. EEP.

### MATERIAL GENÉTICO

- 1 POB.8a.4-1-1-1 X L.I.4
- 2 POB.5a.1-1-1-1 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1

- 3 POB.5a.30-1-1-1 X PORT.PHAEO.1AS2. 4-1-1-1
- 4 INIAP H-553 (T)
- 5 INIAP H-601 (T)
- 6 INIAP H-602 (T)
- 7 INIAP H-603 (T)
- 8 DEKALB-1596 (T)
- 9 DEKALB-7088 (T)
- 10 TRUENO (T)

#### ENSAYO 2. Híbridos simples promisorios (S4. G.I.X S4. G.I. X S4. PM-EEP

##### MATERIAL GENÉTICO

- 1 G.I.2. 10-1-1-1 X L.I.4
- 2 G.I.1. 14-2-1-1 X G.I.2. 18-2-1-1
- 3 G.I.2. 10-1-1-1 X POB.3F4.27-1-1-1
- 4 G.I.2. 38-3-1-1 X G.I.1. 9-2-1-1
- 5 G.I.2. 25-1-1-1 X L.I.4
- 6 G.I.2. 25-1-1-1 X POB.3F4.27-1-1-1
- 7 G.I.1. 9-2-1-1 X G.I.2. 18-2-1-1
- 8 G.I.2. 10-1-1-1 X PORT.PHAEO. 1AS2. 4-1-1-1
- 9 G.I.2. 27-3-1-1 X G.I.1. 9-2-1-1
- 10 G.I.3. 39-3-1-1 X PORT.PHAEO. 1AS2. 4-1-1-1
- 11 G.I.2. 25-1-1-1 X G.I.3. 39-3-1-1
- 12 G.I.3. 4-3-1-1 X G.I.1. 9-2-1-1
- 13 INIAP H-553 (T)
- 14 INIAP H-601 (T)
- 15 INIAP H-602 (T)
- 16 INIAP H-603 (T)
- 17 DEKALB-7088 (T)
- 18 TRUENO (T)

#### ENSAYO 3. Híbridos simples experimentales (S4 G.I.X CML-451 Y CL-02450).-

##### MATERIAL GENÉTICO

- 1 GI.2. 18-2-1-1 X CML-451
- 2 GI.2. 10-1-1-1 X CML-451
- 3 GI.2. 25-1-1-1 X CML-451
- 4 G.I.3. 4-3-1-1 X CML-451
- 5 G.I.1. 9-2-1-1 X CML-451
- 6 GI.1. 4-3-1-1 X CLO-2450
- 7 GI.2. 10-1-1-1 X CLO-2450
- 8 GI.2. 25-1-1-1 X CLO-2450
- 9 GI.2. 27-3-1-1 X CLO-2450
- 10 GI.3. 4-3-1-1 X CLO-2450
- 11 GI.3. 8-3-1-1 X CLO-2450
- 12 GI.3. 32-3-1-1 X CLO-2450
- 13 INIAP H-551 (T)
- 14 INIAP H-601 (T)
- 15 INIAP H-602 (T)
- 16 INIAP H-603 (T)

- 17 DEKALB-7088 (T)  
18 TRUENO (T)

### Diseño experimental

Diseño de Bloques completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. Para la comparación de medias se realizará la prueba de significación de Tukey (5%).

### Análisis estadístico

Esquema del análisis de varianza es el siguiente:

#### Ensayo 1

##### ADEVA

Fuentes de variación	G.L.
Tratamientos	9
Repeticiones	2
Error	18
Total	29

#### Ensayo 2 Y 3

##### ADEVA

Fuentes de variación	G.L.
Tratamientos	17
Repeticiones	2
Error	34
Total	53

### Unidad experimental

Longitud del surco: 10 m

Distancia entre surcos: 0,80 m

Distancia entre plantas: 0,20 m

Número de surcos /parcela: 2

Área total de la parcela: 160 m<sup>2</sup>

### Variables a evaluar:

Las variables se evaluaron siguiendo el protocolo de evaluación de ensayos internacionales (CIMMYT, 1985) y se realizaron durante la época lluviosa y seca del año.

**Porcentaje de plantas con virus por parcela.**- se contabilizó el número de plantas enfermas y número total de plantas por parcela para luego transformar estos valores a porcentaje.

$$I (\%) = (n/N) \times 100$$

Donde:

I (%) = Incidencia (Porcentaje)

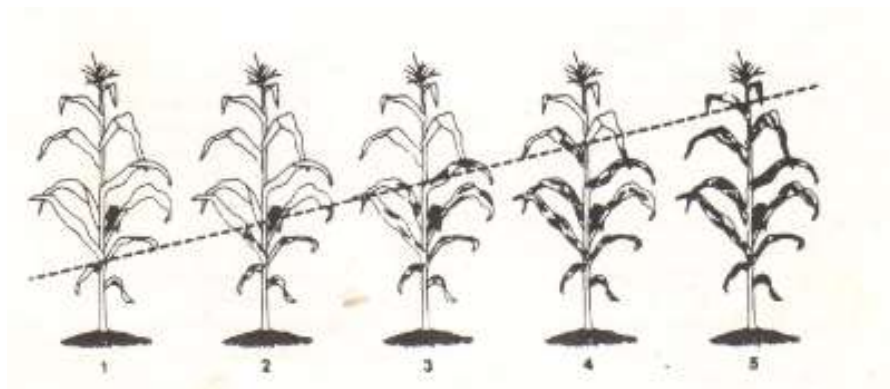
n = Número de plantas enfermas

N = Número total de plantas observadas.

**Manchas foliares.**- Durante la época lluviosa se evaluó las principales manchas foliares (*Helminthosporium*, *Curvularia* y roya) que afectan al maíz, según la siguiente escala:

1. Ausencia de la enfermedad
2. Infección Leve

3. Infección ligera
4. Infección severa
5. Infección muy severa



**Figura 1.** Escala de calificación para las principales enfermedades foliares

### Resultados

ENSAYO 1. Híbridos simples promisorios S4. POB. 5-6-7-y 8 X S4. PM.EEP.- En este ensayo compuesto por 10 tratamientos la evaluación realizada durante la época lluviosa, permitió visualizar síntomas de virosis en todos los materiales genéticos en estudio; el análisis de varianza reportó diferencias significativas entre tratamientos, en tanto que la prueba de Tukey al 5% mostró dos rangos de significación, que permiten visualizar que los híbridos Trueno, INIAP H-601 y Pob,8a,4-1-1-1 X L,I,4 que comparten un mismo rango de significación, poseen los porcentaje más bajos de incidencia de virus y son estadísticamente diferentes a los tratamientos INIAP H-551 y DEKALB-7088 que presentaron los porcentajes más altos de incidencia de virosis (Tabla 1).

En las evaluaciones de manchas foliares en la época lluviosa, el análisis estadístico reflejó diferencias significativas para *H. maydis* y *R. Polysora*, mientras que para mancha *Curvularia* no se presentaron diferencias estadísticamente significativas; los híbridos comerciales Trueno y DEKALKB-7088, presentaron los promedios más bajo en relación a *H. maydis*, *R. polysora* respectivamente y fueron diferentes al resto de tratamientos, en tanto que la variable manchas foliares por *Curvularia*, no presentó significación estadística (Tabla 1).

En el ensayo establecido durante la época seca, el análisis estadístico de la variable porcentaje de incidencia de virus, reportó diferencias significativas, en tanto que la prueba de Tukey al 5% presentó cuatro rangos de significación, ubicando al tratamiento POB,8a, 4-1-1-1 X L,I,4 como el material genético con el menor promedio de incidencia de virus, que es diferente al tratamiento DEKALKB-7088 que se ubicó en último lugar con el promedio más alto de incidencia de virus (Tabla 1).

ENSAYO 2. Híbridos simples promisorios (S4. G.I.X S4. G.I. X S4. PM-EEP).- Los datos evaluados durante la época lluviosa y sometidos al análisis estadístico no presentaron diferencias significativas para la variable incidencia de virus, presentando los porcentajes más bajos el testigo Trueno y los híbridos promisorios G,I,2, 10-1-1-1 X L,I,4; G,I,2, 25-1-1-1 X G,I,3, 39,3, 39-3-1-1 y G,I,2, 25-1-1-1 X L,I,4, tratamientos que fueron numéricamente diferentes al tratamiento G,I,3, 4-3-1-1 X G,I, 1, 9-2-1-1 que reportó el promedio más alto (Tabla 2).

En la variable manchas foliares por *H. maydis*, el análisis estadístico presentó diferencias estadísticas significativas, reportando la prueba de Tukey tres rangos de significación, compartiendo el primer rango los tratamientos Trueno y el híbrido promisorio G,I,2, 10-1-1-1 X L,I,4 el primer rango con los promedios más bajos en la escala de infección, que fueron diferentes a los tratamientos testigos INIAP H-603, INIAP H-602 y promisorio G,I,2, 25-1-1-1 X POB,3F4,27-1-1-1, que presentaron los promedios más alto; en tanto la variable manchas foliares por *Curvularia* y *Roya* no fueron estadísticamente diferentes (Tabla 2).

Durante la época seca el análisis estadístico reportó diferencias significativas para las incidencia de virus, reportando la prueba de Tukey cinco rangos de significación, ubicándose en el primer rango el híbrido promisorio G,I,3, 4-3-1-1 X G,I, 1, 9-2-1-1, con el promedio más bajo de incidencia de virus, este tratamiento fue diferente al testigo INIAP H-603 que presentó el promedio más elevado de la enfermedad (Tabla 2).

**Tabla 1.-** Promedios de incidencia de virus y manchas foliares foliares en 10 Híbridos Simples promisorios (S4. POB. 5-6-7-y 8 X S4. PM.EEP) Teodomira 2018.

MATERIAL GENÉTICO	INCIDENCIA VIROSIS (%)		MANCHAS FOLIARES		
	Época lluviosa	Época seca	H maydis	R polysora	Curvularia
1 POB,8a,4-1-1-1 X L,I,4	0,69 a	11,53 a	3,00 ab	3,00 ab	4,33
2 POB,5a,1-1-1-1 X PORT,PHAEO,1AS2, 4-1-1-1	4,14 ab	15,44 ab	3,00 ab	2,33 ab	4,00
3 POB,5a,30-1-1-1 X PORT,PHAEO,1AS2, 4-1-1-1	0,98 a	16,67 abc	3,33 ab	3,00 ab	4,00
4 INIAP H-551 (T)	6,65 b	25,69 cd	3,00 ab	4,00 b	3,33
5 INIAP H-601 (T)	0,68 a	16,67 abc	3,33 ab	4,00 b	3,67
6 INIAP H-602 (T)	0,9 a	17,92 abcd	4,00 b	4,00 b	4,33
7 INIAP H-603 (T)	3,01 ab	21,75 bcd	4,00 b	3,00 ab	3,67
8 DEKALB-7088 (T)	5,25 b	26,61 d	3,33 ab	1,67 a	5,00
9 DEKALB-1596 (T)	2,77 ab	25,19 cd	3,00 ab	3,33 ab	4,33
10 TRUENO (T)	0,67 a	13,49 ab	2,33 a	3,67 b	3,33
PROMEDIO	1,77	19,1	3,23	3,2	4,00
CV %	35,41	7,53	14,94	18,14	14,98
TUKEY	1,84 *	1,06	1,41 *	1,70 *	NS

ENSAYO 3. Híbridos simples experimentales (LINEAS S4 G.I.X CML-451 Y CL-02450).- La variable incidencia de virus en época lluviosa de acuerdo al análisis estadístico presentó diferencias significativas entre tratamientos, reportando la prueba de significación de Tukey cuatro rangos, el híbrido promisorio GI.3. 4-3-1-1 X CML-45, no presentó incidencia de virus y se ubicó en el primer rango de significación y fue diferente al testigo INIAP H-551 que obtuvo el promedio más alto de la enfermedad (Tabla 3).

En la variable manchas foliares por *H maydis* y *roya* el análisis estadístico presentó diferencias estadísticas significativas, reportando la prueba de Tukey tres y dos rangos de significación respectivamente, el tratamiento GI.3. 4-3-1-1 X CML-451 fue el que presentó el promedio más bajo de mancha por *H. maydis*, mientras que el testigo Trueno se ubicó en el último rango con el promedio más alto; en *roya* los tratamientos que presentaron el promedio más bajo (3) fueron los híbridos promisorios GI.2. 25-1-1-1 X CML-451 y GI.3. 8-3-1-1 X CLO-2450 y el testigo DEKALB-7088; el valor más alto (4) lo reportaron 10 tratamientos que se ubicaron en el segundo rango de significación. El análisis estadístico no reportó significación para la variable manchas foliares por *Curvularia* (Tabla 3).

En la época seca, el análisis estadístico de la variable incidencia de virus reportó significación estadística entre los tratamientos en estudio, la prueba de Tukey presentó tres rangos de significación, ubicando a los tratamientos GI.3. 4-3-1-1 X CML-451, GI.3. 32-3-1-1 X CLO-2450 y GI.2. 25-1-1-1 X CML-451 en el mismo rango de significación con los promedios más bajos y son diferentes al testigo DEKALB-7088 que se ubicó en el último puesto con el valor más alto de virosis (24,39%) (Tabla 3).

**Tabla 2.** Promedios de incidencia de virus en 18 Híbridos Simples promisorios (S4. G.I.X S4. G.I. X S4. PM-EEP) Teodomira 2018.

MATERIAL GENÉTICO	INCIDENCIA VIROSIS (%)		H maydis	R polysora	Curvularia
	ÉPOCA LLUVIOSA	ÉPOCA SECA			
1 G,I,2, 10-1-1-1 X L,I,4	0,67	15,74 abcde	3,00 a	4,33	4,00
2 G,I,1, 14-2-1-1 X G,I,2, 18-2-1-1	2,27	16,88 abcde	3,33 bc	4,00	4,33
3 G,I,2, 10-1-1-1 X POB,3F4,27-1-1-1	1,48	12,25 abcd	3,33 bc	4,33	4,00
4 G,I,2, 38-3-1-1 X G,I,1, 9-2-1-1	1,36	13,47 abcd	3,33 bc	5,00	4,33
5 G,I,2, 25-1-1-1 X L,I,4	0,71	20,22 de	3,33 bc	4,00	4,33
6 G,I,2, 25-1-1-1 X POB,3F4,27-1-1-1	2,08	12,15 abcd	3,67 c	4,67	4,67
7 G,I,1, 9-2-1-1 X G,I,2, 18-2-1-1	3,06	11,50 abcd	3,00 ab	4,33	4,00
8 G,I,2, 10-1-1-1 X PORT,PHAEO, 1AS2, 4-1-1-1	1,39	17,72 bcde	3,00 ab	4,00	4,67
9 G,I,2, 27-3-1-1 X G,I,1, 9-2-1-1	0,85	10,11 abc	3,00 ab	4,00	4,33
10 G,I,3, 39-3-1-1 X PORT,PHAEO, 1AS2, 4-1-1-1	1,48	14,00 abcd	3,00 ab	4,67	4,33
11 G,I,2, 25-1-1-1 X G,I,3, 39,3, 39-3-1-1	0,69	12,14 abcd	2,33 ab	4,00	4,00
12 G,I,3, 4-3-1-1 X G,I,1, 9-2-1-1	9,69	7,88 a	3,00 ab	4,33	4,00
13 INIAP H-551 (T)	4,74	19,78 de	3,00 ab	4,00	3,67
14 INIAP H-601 (T)	1,50	12,59 abcd	3,33 bc	4,67	4,00
15 INIAP H-602 (T)	2,17	18,63 de	3,67 c	5,00	4,33
16 INIAP H-603 (T)	1,49	24,00 e	4,00 c	4,67	4,00
17 DEKALB-7088 (T)	6,88	12,97 abcd	3,00 ab	4,00	4,67
18 TRUENO (T)	0,67	8,80 ab	2,00 a	4,67	3,67
PROMEDIO	2,40	14,49	3,13	4,37	4,19
CV %	54,12	8,83	11,21	9,49	10,55
TUKEY	NS	1,16 *	1,08 *	NS	NS

**Tabla 3.** Promedios de incidencia de virus en 18 Híbridos Simples promisorios (LINEAS S4 G.I.X CML-451 Y CL-02450)- Teodomira 2018.

MATERIAL GENÉTICO	INCIDENCIA VIROSIS (%)		H maydis	R polysora	Curvularia
	ÉPOCA LLUVIOSA	ÉPOCA SECA			
1 GI.2. 18-2-1-1 X CML-451	0,65 ab	12,67 ab	2,00 a	3,33 ab	3,33
2 GI.2. 10-1-1-1 X CML-451	2,97 abcd	14,72 abc	3,00 b	3,33 ab	3,00
3 GI.2. 25-1-1-1 X CML-451	1,46 abcd	12,00 a	3,00 b	3,00 a	3,33
4 GI.3. 4-3-1-1 X CML-451	0,00 a	11,21 a	3,00 b	3,33 ab	3,67
5 GI.1. 9-2-1-1 X CLO-2450	3,57 abcd	12,87 ab	3,00 b	4,00 b	3,67
6 GI.1. 4-3-1-1 X CLO-2450	7,23 cd	13,61 ab	3,00 b	4,00 b	3,67
7 GI.2. 10-1-1-1 X CLO-2450	6,04 abcd	13,50 ab	3,00 b	3,67 ab	3,67
8 GI.2. 25-1-1-1 X CLO-2450	4,43 abcd	14,76 abc	3,00 b	4,00 b	3,33
9 GI.2. 27-3-1-1 X CLO-2450	2,95 abcd	15,47 abc	3,00 b	3,67 ab	4,00
10 GI.3. 4-3-1-1 X CLO-2450	6,62 bcd	14,52 abc	3,00 b	4,00 b	3,33
11 GI.3. 8-3-1-1 X CLO-2450	4,93 abcd	13,08 ab	3,00 b	3,00 a	3,00
12 GI.3. 32-3-1-1 X CLO-2450	5,03 abcd	11,77 a	3,00 b	4,00 a	3,00
13 INIAP H-551 (T)	8,26 d	22,12 bc	3,00 b	4,00 b	3,67
14 INIAP H-601 (T)	2,81 abcd	16,89 abc	3,00 b	4,00 b	3,33
15 INIAP H-602 (T)	1,52 abc	17,05 abc	3,33 bc	4,00 b	3,00
16 INIAP H-603 (T)	6,69 bcd	16,89 abc	3,33 bc	4,00 b	3,67
17 DEKALB-7088 (T)	4,82 abcd	24,39 c	3,33 bc	3,00 a	4,00
18 TRUENO (T)	0,71 ab	17,35 abc	4,00 C	4,00 b	3,00
PROMEDIO	3,93	15,27	3,06	3,69	3,43
CV %	32,34	9,86	7,71	8,45	12,56
TUKEY	2,20 *	1,32	0,72 *	0,96	NS

ENSAYO 4. Híbridos interestaciones.- El análisis estadístico de los datos evaluados durante la época lluviosa presentaron diferencias significativas para la variable incidencia de virus, la prueba de Tukey reportó cuatro rangos de significación, presentando el porcentajes más bajo (0,69%) el material promisorio (LP3a X P79.RH. 133-1-2) X G.I. 2. 18-2-1-1, seguido de los tratamientos INIAP H-601, G.I.1. 14-2-1-1 X G.I.2. 18-2-1-1, CLYN-531 X CLYN-540, CLYN-510 X CLYN-540, CLYN-510 X CML-45, tratamientos que fueron diferentes al (CLRCY-044 X CLRCY-039) X CLRCY-015 que presentó el mayor promedio de incidencia de virus (Tabla 4).

En la variable manchas foliares, el análisis estadístico presentó diferencias estadísticas significativas para H. maydis, reportando la prueba de Tukey tres rangos de significación, en el primer rango se ubicaron los tratamientos Advanta-9293 y DEKALB-7088 con los promedios más bajos de la escala, tratamientos que fueron estadísticamente diferentes a los materiales promisorios (LP3a X P79.RH. 133-1-2) X G.I. 2. 18-2-1-1 y (CLRCY-044 X CLRCY-039) X CLRCY-015, que obtuvieron los valores más altos; en datos evaluados sobre la presencia de roya, el ADEVA reportó diferencias significativas entre materiales genéticos, presentando el tratamiento (LP3a X P79.RH. 133-1-2) X G.I. 2. 18-2-1-1, el menor promedio, que fue diferente al material CML-451-Q X CLO-2450-Q que presentó el mayor valor promedio. En la variable manchas foliares causadas por Curvularia, el análisis mostró diferencias estadísticas, presentando la prueba de Tukey dos rangos de significación que ubicaron al híbrido promisorio (LP3a X P79.RH. 133-1-2) X G.I. 2. 18-2-1-1, en el primer rango y que fue diferente a 13 tratamientos que se ubicaron en el último rango de significación (Tabla 4).

El análisis estadístico de la variable incidencia de virus evaluada en época seca, reportó diferencias significativas entre tratamientos, presentando la prueba de Tukey cuatro rangos de significación, que ubican al híbrido promisorio G.I.1. 9-2-1-1 X CLO-2450 en primer lugar con el promedio más bajo, este tratamiento fue diferente al testigo DEKALB-7088 que presentó el promedio más elevado de la enfermedad (49,67%) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Promedios de incidencia de virus en 18 Híbridos del ensayo de interestaciones Teodomira 2018.

MATERIAL GENÉTICO	INCIDENCIA VIROSIS (%)		H maydis	R polysora	Curvularia
	ÉPOCA LLUVIOSA	ÉPOCA SECA			
1 (CLRCY-041 X CLO-2450) X CLYN-436	5,16 abc	30,94 abc	1,67 ab	2,67 ab	5,00 b
2 (CLRCY-044 X CLRCY-039) X CLRCY-015	15,35 d	34,67 abcd	4,00 c	3,67 bc	5,00 b
3 (CLRCY-044 X CLRCY-039) X CLRCY-508	5,41 abc	31,58 abc	3,00 abc	3,33 abc	5,00 b
4 CLYN-531 X CLYN-540	2,76 a	40,79 cd	2,33 abc	3,33 abc	5,00 b
5 CLYN-510 X CML-451	3,65 a	36,51 abc	2,67 abc	3,33 abc	5,00 b
6 CLYN-510 X CLYN-540	2,87 a	34,18 abcd	2,33 abc	3,00 ab	5,00 b
7 CML-451-Q X CLO-2450-Q	10,14 bcd	31,52 abc	2,33 abc	4,33 c	5,00 b
8 G.I.1. 9-2-1-1 X CLO-2450	5,68 abc	18,67 a	3,00 abc	3,33 abc	5,00 b
9 G.I.3. 4-3-1-1 X CML-451	3,90 ab	22,38 ab	3,67 bc	3,67 bc	4,67 ab
10 G.I.1. 14-2-1-1 X G.I.2. 18-2-1-1	2,20 a	23,13 abc	1,67 ab	3,00 ab	4,67 ab
11 (LP3a X P79.RH. 133-1-2) X G.I. 2. 18-2-1-1	0,69 a	23,53 abc	4,00 c	2,33 a	4,00 a
12 L-21-3-12-1-1- COM.1 X CML-172	10,84 cd	38,09 bcd	3,00 abc	3,67 bc	5,00 b
13 L-8-2-1-1 COM.1 X CML-172	4,06 ab	27,41 abc	2,67 abc	3,67 bc	5,00 b
14 INIAP H-824 LOJANITO (T)	4,95 abc	23,56 abc	2,33 abc	3,67 bc	5,00 b
15 INIAP H-601 (T)	1,39 a	30,52 abc	3,67 bc	2,67 ab	4,33 ab
16 INIAP H-603 (T)	3,81 a	27,78 abc	2,67 abc	3,33 abc	5,00 b
17 DEKALB-7088 (T)	3,92 ab	49,67 d	1,00 a	3,33 abc	5,00 b
18 ADVANTA-9293 (T)	4,92 abc	27,2 abc	1,33 a	2,67 ab	4,67 ab
PROMEDIO	5,09	30,67	2,63	3,28	4,85
CV %	19,04	8,57	25,87	10,89	5,61
TUKEY	1,51	1,58 *	2,09	1,10	0,84

## Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten indicar que el comportamiento fitosanitario de los materiales genéticos en estudio es diferente, se cuenta con materiales promisorios de buen comportamiento, así también se puede observar que hay materiales genéticos que muestran una mayor afectación en relación a la presencia de las principales enfermedades que afectan al maíz en las zonas productoras. Además se puede indicar que la incidencia de enfermedades de origen viral se incrementa durante la época seca, de ahí que sea necesario evaluar durante las dos épocas los materiales genéticos.



## Recomendaciones

Se debe continuar colaborando en las evaluaciones fitosanitarias de los ensayos del programa de mejoramiento de maíz, para que en la selección de materiales no solo se cuente con los aspectos agronómicos como el rendimiento, sino también se tome en cuenta el comportamiento fitosanitario, debido a que en los últimos años se está haciendo recurrente la presencia de virus que afectan al maíz en su primera fase y se tiene un material genético susceptible las pérdidas pueden ser totales.

## Referencias

- Castillo J. y Hebert T. (2003). Nueva enfermedad virosa afectando al maíz en Perú. *Dialnet. Fitopatología*, ISSN 0430-6155, 38(4), 184-189. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=896640>
- CIMMYT (Centro internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México). (1985). *Manejo de los ensayos e informes de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT*. México, Recuperado de [https://books.google.com.ec/books/p/cimmyt2?id=2QOFtOXjrsUC&pg=PA18&dq=enfermedades+del+ma%C3%ADz&lr=&hl=es&cd=12&redir\\_esc=y#v=onepage&q=enfermedades%20del%20ma%C3%ADz&f=false](https://books.google.com.ec/books/p/cimmyt2?id=2QOFtOXjrsUC&pg=PA18&dq=enfermedades+del+ma%C3%ADz&lr=&hl=es&cd=12&redir_esc=y#v=onepage&q=enfermedades%20del%20ma%C3%ADz&f=false)
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, Ecuador). s.f. *Encuesta de superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2016. Tablas y gráficos*. Ec. 22 p. Recuperado de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2016/Informe%20ejecutivo%20ESPAC\\_2016.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Informe%20ejecutivo%20ESPAC_2016.pdf)
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). (2005). *Informe Técnico Anual. Estación Experimental Portoviejo, DNPV-Entomología*, 25 p.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) (2015). *Informe Técnico Anual. Estación Experimental Portoviejo, DNPV*, 54 p.
- Lafitte.H.R. 1993. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo. México, D.F. CIMMYT, 122 p.
- Mariño A., Garrido M., Borges O. y González A. (2010). Identificación de una virosis que afecta al maíz en Villa de Cura, estado Aragua, Venezuela. *Fitopatología Venezolana*. 23(1), 22-27. Recuperado de <http://www.cabi.org/isc/FullTextPDF/2012/20123416192.pdf>
- Programa del Maíz del CIMMYT. (2005). *Enfermedades del maíz, una guía para su identificación en el campo*. Recuperado de [https://books.google.com.ec/books/p/cimmyt2?id=x4wC\\_JOmYL8C&printsec=frontcover&dq=enfermedades+del+ma%C3%ADz&cd=1&redir\\_esc=y#v=onepage&q=enfermedades%20del%20ma%C3%ADz&f=false](https://books.google.com.ec/books/p/cimmyt2?id=x4wC_JOmYL8C&printsec=frontcover&dq=enfermedades+del+ma%C3%ADz&cd=1&redir_esc=y#v=onepage&q=enfermedades%20del%20ma%C3%ADz&f=false)
- Varón de Agudelo F., Sarria G.A., (2007). *Enfermedades del maíz y su manejo, compendio ilustrado*. ICA-FENALCE. Palmira, Co. ISBN: 978-958-97902-3-6 Recuperado de <http://www.ica.gov.co/getattachment/f1c1f3f1-d775-4216-a5d0-d9d4a67b7943/Publicacion-8.aspx>

**Anexos:**



**Foto 2.** Material genético de maíz severamente afectado por roya del maíz.



**Foto 1, 2, 3, y 4.-** Diferentes síntomas de virus en plantas de maíz en ensayo del programa de Maíz.

**Actividad 2.** Evaluaciones fitosanitarias en café arábigo

**Responsable:** Ing. Alma Mendoza García

**Colaboradores:** Ings. Geover Peña, Johan Parraga

### Antecedentes

El café es originario de África Oriental y se ha sembrado en Ecuador desde su introducción en el año de 1.830, según datos del MAGAP 200 mil ha. de plantaciones de café se cultivan en el país, correspondiendo a café arábigo 130.000 ha., este tipo de café se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros de altura (msnm), siendo la altitud óptima entre 1.000 y 2.000 msnm, con un clima templado, suelos ricos en nutrientes y precipitaciones estacionales y moderadas; él café se encuentra entre los diez cultivos con mayor superficie sembrada, constituyéndose en una de las principales actividades agrícolas a la que se dedican los agricultores en varias provincias de la costa sierra y oriente (Montero, 2017); en los resultados del informe de “rendimiento de café grano seco en el Ecuador 2017” se indica que la especie de café Arábigo representó el 65% de la producción nacional de café, con un rendimiento de 0.23 t/ha.

Uno de los factores más limitantes de la producción cafetalera es el daño ocasionado por las enfermedades, especialmente la roya o herrumbre del café, esta enfermedad se observó por primera vez en Ecuador en el año 1981, en los cafetales de la provincia de Zamora Chinchipe; inicialmente, se mantuvo confinada en esta zona hasta el año 1984 y desde este punto se difundió paulatinamente a otras áreas productoras, afectando en la actualidad a casi toda el área cafetalera del país, donde se observa una fuerte reducción de los rendimientos, debido a que las plantaciones establecidas son de variedades susceptibles, de edad avanzada y además por que los caficultores hacen poco uso de tecnologías para el manejo de sus cultivos.

Sin lugar a dudas la roya es la enfermedad más destructiva del cafeto y la de mayor importancia económica a nivel mundial, en América latina las pérdidas a causa de esta enfermedad se calculan en un 30% de las cosechas, esto ha causado preocupación de gobiernos, instituciones, organismos nacionales o internacionales que han unido esfuerzos con miras a encontrar soluciones más eficientes y de menor costo económico para su manejo; pues el impacto económico de esta enfermedad en el cultivo del café no sólo se debe a la reducción de la cantidad y la calidad de la producción, sino también a la necesidad de implementar costosas medidas de control en los cultivares susceptibles, que puede ser considerado como una pérdida directa a causa de la enfermedad.

El DNPV-Fitopatología como parte del equipo de trabajo, colabora con el Programa Nacional de Cacao y Café y el Núcleo de Transferencia de Tecnología de la EE Portoviejo en la evaluación de la incidencia y severidad de Roya (*Hemileia vastratix* Berk & Br) en 18 variedades de café arábigo establecidas en los ensayos de Evaluación multilocal del comportamiento agronómico, productivo, sanitario y organoléptico de selecciones de café arábigo introducidas al Ecuador y otras desarrolladas en territorio, establecidos en las localidades El Chial-24 de Mayo, Colimes-Paján, Comuna Sucre-Jipijapa y lote Teodomira de la EE Portoviejo.

### Objetivos

Evaluar el comportamiento fitosanitario en materiales genéticos de café arábigo, en cuatro localidades de Manabí

## Metodología

### Características del sitio experimental:

#### Ubicación

Esta investigación se realizó en las siguientes localidades.

Provincia	Manabí			
Cantón	Pajan	Jipijapa	24 de Mayo	Santa Ana
Parroquia	Pajan	El Anegado	Sucre	Lodana
Sitio	Colimes	Comuna Sucre	El Chial	La Teodomira
Latitud	555510	556406	1262115	568607
Longitud	9824120	9836965	80464483	9871252

#### Tratamientos en Estudios

N°	TRATAMIENTOS
1	CATUCAI AW-AM
2	CATUCAI 785-AM
3	CATUCAI AR
4	CATUAI AW
5	ACAWA
6	CATUAI IAC 39-AM
7	CATUAI P2
8	CATUAI IAC 86-AM
9	CATUAI IAC 44 VER
10	CATUAI AW
11	CATUAI 2SL
12	CATUAI 785-15
13	CATUAI IAC 81-AM
14	CASTILLO
15	SARCHIMOR
16	CATUAI ROJO
17	PACAS
18	CATURRA ROJO
	NESTLE 1

#### Diseño experimental

El diseño utilizado para esta investigación fue el Diseño de Bloques completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones y la comparación de medias se realizó con la prueba de significación de Tukey (5%).

#### Análisis estadístico

El esquema del análisis de varianza es el siguiente:

ADEVA

Fuentes de variación	G.L.
Tratamientos	17
Repeticiones	2
Error	34
Total	53

### Unidad experimental

Longitud del surco: 7,25 m  
 Distancia entre hileras: 2,0 m  
 Distancia entre plantas: 1,25 m  
 Número de hileras/parcela: 5  
 Número de plantas/parcela: 30  
 Área total de la parcela: 75 m<sup>2</sup>

### VARIABLES A EVALUAR:

Para determinar los niveles de incidencia se siguió la metodología establecida en los protocolos de evaluaciones del programa nacional de Cacao y Café; se contabilizaron las hojas sanas y enfermas de todas las plantas de la parcela útil, para lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$I (\%) = (n/N) \times 100$$

Donde:

I (%) = Incidencia (Porcentaje)

n= Número de hojas enfermas

N= Número total de hojas observadas

### Resultados

Las evaluaciones efectuadas en la localidad Colimes de Paján, permitieron observar que la roya se presentó en 16 de los 18 materiales de café establecidos en este sitio, el análisis estadístico de los datos presentó diferencias entre tratamientos, reportando la prueba de significación de Tukey dos rangos de significación, en el primer rango se encontraron en el primer lugar a los tratamientos CASTILLO y SARCHIMOR con 0% de incidencia de roya, tratamientos que fueron diferente al Caturra rojo que presentó el porcentaje más alto de incidencia de roya (94,44%), seguido de los materiales Pacas (89,69%), CATUAI IAC 86-AM (85,67%), CATUAI IAC 39-AM (83,61), CATUAI IAC 81-AM (82,40%) y del CATUAI IAC 44 VER con 80.08% de incidencia (Tabla 6).

En la Comuna Sucre la evaluación evidenció la presencia de roya en 15 de los 18 materiales genéticos establecidos en esta localidad; el análisis estadístico de los datos de la variable porcentaje de incidencia de roya, mostró diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos en estudio, reportando la prueba de comparación de medias de Tukey cinco rangos de significación; que ubica a los tratamientos CASTILLO y SARCHIMOR como los mejores por no presentar incidencia de roya, mismos que son estadísticamente diferentes a los tratamientos CATUAI 2SL, CATUAI IAC 44 VER y CATUAI IAC 39-AM, que se ubicaron en el último rango de significación por presentar los mayores promedios de incidencia de la enfermedad (Tabla 6).

En la localidad de El Chial-24 de Mayo, la evaluación también reportó incidencia de roya en 14 de las 18 variedades de café arábigo establecidas en este sitio, el análisis estadístico reportó diferencias significativas entre los tratamientos, en tanto que la prueba de Tukey

presentó dos rangos de significación, observándose que los tratamientos que no presentaron roya fueron CASTILLO y SARCHIMOR, mismos que se ubicaron en el primer rango y que compartieron con los materiales CATUAI-AW-AM y CATUAI 785-AM que tampoco presentaron roya en esta localidad, el CATUAI IAC 44 VER se ubico en el último lugar por presentar el promedio más alto de incidencia de roya, seguido de tratamiento Caturra Rojo que mostró un 49,22% de incidencia de la enfermedad (Tabla 6).

La evaluación realizada en el ensayo establecido en La Teodomira del INIAP, permite indicar que en relación al año 2017 donde solo se reportó en el CATUAI IAC 39-AM un 0,5 de incidencia con síntomas iniciales de roya, este año la roya se incrementó y se pudo determinar la presencia en 12 de los 16 tratamientos evaluados, con promedios de incidencia entre 0,00% para los materiales SARCHIMOR y CASTILLO hasta el 41,89% en el material Pacas que reportó el promedio más alto de incidencia de roya; los datos de este ensayo no fueron analizados estadísticamente por la pérdida de parcelas y una repetición en casi su totalidad. Se puede indicar que la roya en esta localidad se ha establecido afectando a las variedades de café establecidas en este sitio, a pesar de no ser una zona cafetalera tradicional (Tabla 6).

El análisis estadístico combinado de las cuatro localidades reportó diferencias estadísticas significativas, mostrando la prueba de comparación de medias de Tukey cuatro rangos de significación, ubicando como los mejores a los materiales SARCHIMOR y CASTILLO por no presentar incidencia de roya, tratamientos que fueron diferentes al CATURRA ROJO que presentó la mayor incidencia de la enfermedad, seguido del CATUAI IAC 44 VER que presentó el segundo valor más alto de incidencia de roya (Tabla 6).

**Tabla 6.** Incidencia de roya en 19 variedades de café arábigo, en cuatro localidades de Manabí. EEP 2018.

N° TRAT.	VARIETADES	INCIDENCIA DE ROYA %				
		Colimes	Comuna Sucre	El Chial	Lote Teodomira	Combinado localidades
1	CATUCAI AW-AM	3,92 a	62,91 bcde	0,00 a	0,00	16,71 ab
2	CATUCAI 785-AM	9,47 a	59,57 bcde	0,00 a	8,44	19,37 ab
3	CATUCAI AR	1,03 a	0,00 a	1,72 ab	TP	0,92 a
4	CATUAI AW	18,6 a	17,91 abcd	30,05 ab	3,14	17,42 ab
5	ACAWA	6,61 a	9,25 ab	27,91 ab	3,51	11,82 ab
6	CATUAI IAC 39-AM	83,61 b	76,85 e	40,31 ab	24,47	56,31 cd
7	CATUAI P2	7,32 a	32,77 abcd	1,26 ab	2,22	10,89 ab
8	CATUAI IAC 86-AM	85,67 b	56,12 abcd	35,45 ab	37,8	53,76 cd
9	CATUAI IAC 44 VER	80,08 b	77,15 e	57,33 b	29,77	61,08 cd
10	CATUAI AW	13,99 a	15,52 abc	8,42 ab	0,00	9,48 ab
11	CATUAI 2SL	34,43 a	78,17 e	16,07 ab	20,16	37,21 bc
12	CATUAI 785-15	11,59 a	46,68 abcd	0,63 ab	9,38	17,07 ab
13	CATUAI IAC 81-AM	82,4 b	74,61 de	33,79 ab	37,85	57,16 cd
14	CASTILLO	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00	0,00 a
15	SARCHIMOR	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00	0,00 a
16	CATUAI ROJO	78,64 b	NE	24,32 ab	16,86	52,81 cd
17	PACAS	89,69 b	68,98 cde	35,71 ab	41,89	59,07 cd
18	CATURRA ROJO	94,44 b	73,08 cde	49,22 ab	TP	72,25 d
	NESTLE 1	NE	38,59 abcd		TP	38,59 bc
	PROMEDIO	38,97	43,79	20,16	14,72	31,15
	CV%	29,09	42,93	92,51		31,4
	TUKEY	34,86 *	57,8 *	57,23 *		30,22 *

TP Tratamiento perdido  
NE Tratamiento No Establecido

## Conclusiones

Se puede indicar que las evaluaciones de roya, han permitido determinar que el comportamiento fitosanitario de los materiales genéticos de café arábigo establecidos en cuatro localidades de la Provincia de Manabí tienen un comportamiento diferente frente a la

incidencia de roya, mostrándose los materiales SARCHIMOR y CASTILLO como los mejores en el aspecto fitosanitario por no presentar incidencia de roya en los sitios experimentales, posiblemente porque presenta características de resistencia a la enfermedad; mientras que el material genético que muestra mayor susceptibilidad a la roya del café fue CATURRA ROJO.

### Recomendaciones

En base a las conclusiones y a lo observado en cada una de las localidades y el estado de cada uno de los ensayos, se recomienda continuar en el próximo año evaluando la presencia de la enfermedad solo en los ensayos establecidos en Colimes de Pajan y la comuna Sucre; en el Chial el poco desarrollo de las plantas, la muerte de plantas y las reiteradas defoliaciones por sequía, provocan interferencias en las evaluaciones elevando los coeficientes de variación, igualmente en la Teodomira la pérdida de gran parte de los tratamientos de la primera repetición no permiten realizar los análisis estadísticos respectivos, por lo que se sugiere no continuar evaluando estas localidades.

### Referencias

- Montero G., A. (2017). *Rendimiento de café grano seco 2017*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de [http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/cafe/rendimiento\\_cafe\\_grano\\_seco\\_2017.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/cafe/rendimiento_cafe_grano_seco_2017.pdf)
- Duicela G., L., Ponce V., L. (2015, diciembre). Uso de fungicidas sistémicos en el control de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en la provincia de Manabí. *La Técnica*. Recuperado de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/531/404>
- Moreno R., L.G. y Alvarado A., G. (2000). *LA VARIEDAD COLOMBIA: Veinte años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del cafeto*. Chinchiná, Caldas, Colombia. CENICAFE. Recuperado de <https://www.cenicafe.org/es/publications/bot022.pdf>
- INIAP. (2017). Informe Anual Técnico. Departamento Nacional de Protección Vegetal. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo Ecuador.
- 85.000 hectáreas de café arábigo afectadas con roya. (26 de septiembre de 2013). *El Telegrafo* Recuperado de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/2013/8/85-000-hectareas-de-cafe-arabigo-afectadas-con-roya>
- Rivillas, O. C. A, Serna, G. C. A., Cristancho, A. M. A. y Gaitán, B. A. L. (2011). *La Roya del Cafeto en Colombia, Impacto, manejo y costos del control*. Chinchiná - Caldas - Colombia. CENICAFE. Recuperado de <http://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/594>
- SAGARPA. (2013). *Ficha Técnica de la roya del cafeto, Hemileia vastatrix Berkeley & Broome*. Dirección General de Sanidad Vegetal, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, SINAVEF-LAB. Recuperado de [http://www.nuprec.com/Nuprec\\_Sp\\_archivos/CAFE/CAFETO\\_archivos/Roya\\_archivos/Literatura%20Roya/FichaT%C3%A9cnicaRoyadelCafeto.pdf](http://www.nuprec.com/Nuprec_Sp_archivos/CAFE/CAFETO_archivos/Roya_archivos/Literatura%20Roya/FichaT%C3%A9cnicaRoyadelCafeto.pdf)
- Silva R.A., Zambolim L., Castro I.S.L., Rodrigues H.S., Cruz C.D. y Caixeta E.T. (2018). The Hibrido de Timor germplasm: identification of molecular diversity and

resistance sources to coffee berry disease and leaf rust. *Euphytica* 214(9)  
Recuperado de  
<https://www.researchgate.net/publication/326886455> The Híbrido de Timor germplasm identification of molecular diversity and resistance sources to coffee berry disease and leaf rust

### Anexos:



**Foto 1.-** Plantas de café con alta incidencia (i) y baja (d) incidencia de roya en Comuna Sucre de Jipijapa.



**Foto 2.** Plantas de café con buen comportamiento ante la presencia de roya en Colimes de Pajan

**Actividad 3.** Identificación de hongos asociados al cultivo del piñón/ Determinación de la patogenicidad de hongos asociados al piñón.



**Responsable:** Ing. Alma Mendoza García

**Colaboradores:** Ings. Joffre Pincay y Wilmer Ponce.

## Antecedentes

El piñón (*Jatropha curcas*) es una planta utilizada tradicionalmente por sus propiedades medicinales y elaboración de jabones caseros, actualmente es considerado como una gran alternativa a los combustibles tradicionales. Se indica que hay registros históricos de que la planta de jatropha fue utilizada en la medicina herbaria por los indios nativos de Centro y Sur América y que las semillas fueron exportadas a Portugal y Francia desde las islas de Cabo Verde, para ser utilizadas en el alumbrado de las calles (Putten van der, E., 2009).

En Ecuador el piñón crece en zonas no apropiadas para otros cultivos y es utilizado como cercas vivas para delimitar terrenos, se considera un cultivo rústico, en nuestro país no se ha reportado la presencia de enfermedades que causen daño evidente a este cultivo, en los sistemas tradicionales de siembra; sin embargo establecido en monocultivo, el piñón ha mostrado la presencia de manchas foliares necróticas que provocan defoliación, observando asociado a este síntoma la presencia de estructuras fungosas, características de las royas. La literatura internacional, menciona que el piñón o jatropha es afectado por un sinnúmero de microorganismo, como hongos, bacterias y virus (Alonso y Lezcano, 2014; DIAZ-FUENTES et al., 2015); una de las enfermedades más mencionadas por la literatura es la roya, causada por *Phakopsora arthuriana* que en ataques muy severos, provoca la defoliación total de la parte medio inferior de la planta (Nolasco et al., 2013), esta especie se encuentra distribuida desde el sur de los Estados Unidos hasta Brasil, inclusive las Antillas (Buriticá P, 1999).

En la provincia de Manabí en el piñón no se han reportado enfermedades afectando al cultivo en sistemas tradicionales de siembra, sin embargo cuando se cultiva de forma extensiva, los problemas fitosanitarios se tiende a incrementar (Causarano, 2011); en plantas de piñón se ha observado la presencia de manchas cloróticas por el haz y por el envés la presencia de pústulas errupentes color naranja o café, que corresponden a estructuras reproductivas típicas de las royas, que de acuerdo a la literatura de otros países es causada por el hongo *Phakopsora arthuriana*.

Durante la última década en el Ecuador se ha investigado al cultivo de piñón, en aspectos agronómicos, de uso del aceite con fines para producción de biodiesel, así como su uso como insecticida botánico; sin embargo no se han realizado trabajos encaminados a verificar si este aceite tiene uso como fungicida; en trabajos realizados sobre composición química del aceite de piñón y su actividad sobre el crecimiento, morfología y viabilidad de *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* menciona que las cepas aisladas de este hongo fueron sensibles este aceite (Cordova et al., 2014).

Es necesario realizar investigaciones que permitan determinar la patogenicidad de *Phakopsora* en el piñón cultivado en la zona de influencia de la EEP y los efectos que el aceite de piñón pueda tener sobre los cultivos que son afectados por antracnosis y cercosporiosis.

## Objetivos

Determinar si las esporas del hongo asociado a pústulas de roya del piñón, reproducen los síntomas en plantas crecidas bajo condiciones controladas.

## Metodología

### Ubicación del sitio experimental

Este ensayo se realizó en el laboratorio e invernadero del DNPV-Fitopatología de la EEP.

### **Características del sitio experimental**

#### Ubicación

Provincia	Manabí
Cantón	Portoviejo
Parroquia	Colón
Sitio	El Cadi
Altitud	47 msnm
Latitud	565189
Longitud	9875788

#### Características edafo climáticas

Zona climática	Trópico seco
Temperatura promedio	25,9 °C
Precipitación media anual	524,70 mm
Humedad relativa	82%

Registro pluviométrico EEP.

### **Características del campo experimental**

Para este experimento se utilizaron plantas de 60 días de edad, sembradas en macetas de 20 cm de diámetro, colocadas en cámaras de vidrios en el invernadero de la Estación Experimental Portoviejo.

Manejo del experimento.-Se sembraron en suelo esterilizado semillas de piñón, mismas que fueron desinfectadas por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio al 2.5% durante cinco minutos, a estas plantas luego de germinadas se las regó continuamente con agua esterilizada durante el tiempo que duró la prueba, manteniéndolas en cámaras aisladas para evitar la contaminación con otros hongos.

Inoculación.- Para realizar esta prueba, se tomaron hojas con presencia de pústulas de roya, de las cuales se extrajeron cuidadosamente las uredosporas de los uredos utilizando una aguja fina. Las uredosporas se mezclaron suavemente con talco simple en cantidades aproximadas de 1: 1 (una punta de aguja de esporas a un pincel No 1 punta de talco en polvo), la mezcla de esporas se cepillaron sobre las superficies superiores e inferiores de las hojas de 25 plantas de piñón crecidas en invernadero, utilizando un pincel fino (n° 1), se cepillaron con talco 25 plantas como testigo y 25 plantas más como testigo absoluto sin aplicación alguna. Las plantas inoculadas y las testigos se mantuvieron en dos cámaras de vidrio en el invernadero bajo condiciones de luz natural y temperatura ambiente, se evaluaron periódicamente para detectar cualquier signo de clorosis y/o presencia de pústulas de roya.

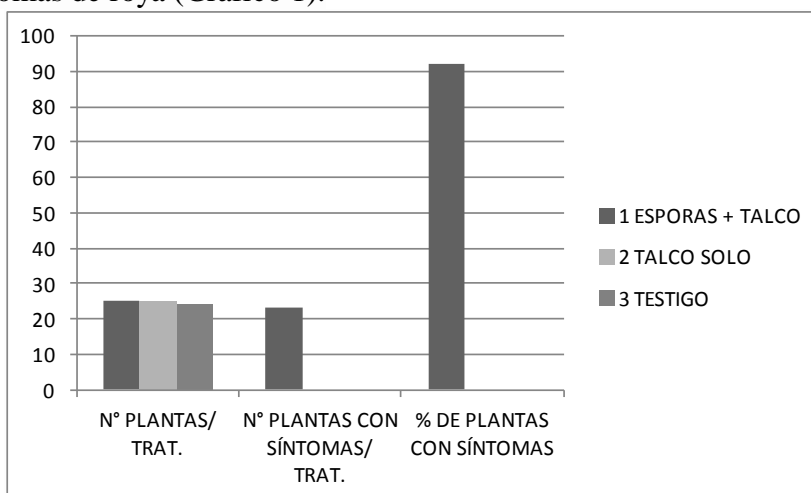
#### **Métodos de evaluación**

Porcentaje de plantas con síntomas de roya.- Esta variable se midió contabilizando las plantas que presenten síntomas característicos de la enfermedad, transformando a porcentajes el número de plantas con roya.

### **Resultados**

De las inoculaciones realizadas en plantas bajo condiciones de invernadero el 92% de las plantas inoculadas con la mezcla de esporas y talco, empezaron a mostrar los primeros síntomas de roya a los 28 días posterior a la inoculación, observando inicialmente la presencia

de áreas amarillas en el haz de las hojas y en el envés la presencia de pústulas, inicialmente cremas que luego adquirieron un color amarillo-anaranjado, mientras que en el 100% de las plantas utilizadas como testigo absoluto y en las plantas que se les aplicó talco solo no mostraron síntomas de roya (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Porcentaje de plantas inoculadas que mostraron síntomas de roya del piñón.

### Conclusiones

Las inoculaciones con esporas de pústulas de roya de piñón, realizadas a plantas crecidas en condiciones de invernadero, permiten indicar que estas esporas características de la roya que afecta a piñón, en este caso *Phakopsora* spp. mencionado por la literatura como agente causal, reprodujeron la sintomatología observada a nivel de campo en este cultivo.

### Recomendaciones

En base a los resultados de este trabajo se recomienda confirmar la identificación de este hongo por otros medios y no solo por su estructura morfológica.

### Anexos:



**Foto.** Pústulas de la roya del piñón en el envés de la hoja y en corte transversal visto al microscopio.

### Referencias

Alonso, O. y Lezcano, J. C. (2014). Microorganismos patógenos en *Jatropha curcas* Linnaeus. Estrategias potenciales para su manejo. *Pastos y Forrajes*. 37(2), 131-137. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942014000200001&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942014000200001&lng=es&nrm=iso) . ISSN 0864-0394.

- Buriticá C., P. (1999). Familia phakopsoraceae (fungi: uredinales), *Generalidades y afinidades*. Rev.fac.Nal.Agr.Medellín. 52(1), 467-505. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/26220/1/23783-83125-1-PB.pdf>
- Causarano, H.J.(ed). (2011). *Avances de investigación sobre Jatropha curcas en Paraguay*. Facultad de ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. Recuperado de <http://www.agr.una.py/fca/index.php/libros/catalog/view/289/6/295-1>
- Córdova A., L. Bautista B., S., Martínez H, J., Barrera N, L., Hernández I, M y Cruz H, A. (2014). Morphological and molecular characterization of pathogenic isolates of Fusarium spp. obtained from gladiolus corms and their sensitivity to Jatropha curcas L. oil. *African Journal of Microbiology Research*. 8(8), 724-733. doi:10.5897/AJMR2013.6413. Recuperado de [http://www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1392646882\\_Albores%20et%20al.pdf](http://www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1392646882_Albores%20et%20al.pdf)
- Díaz-Fuentes, V. H., Iracheta-Donjuan, L., Solís-Bonilla, J. L., Basulto-Graniel, J. A., Rico-Ponce, H. R., González-Jiménez, A.,... Salinas-Cruz, E. (2015). El cultivo del piñón para la producción de biocombustibles. Folleto para productores Número 34. 47p. Recuperado de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/4325/EI%20cultivo%20de%20pi%C3%B1on.pdf?sequence=1>
- Echandi, E. (1967). *Manual de laboratorio para Fitopatología General*. Lima, Perú. IICA.
- Putten van der, E. (2009). *Manual de Jatropha*. FACT Fuels from Agriculture in Communal Technology. Versión en español. Recuperado de [https://www.bioenergyforumfact.org/sites/default/files/2016-10/56-media\\_1052FACT%20jatropha%20Manual%20ES.pdf](https://www.bioenergyforumfact.org/sites/default/files/2016-10/56-media_1052FACT%20jatropha%20Manual%20ES.pdf)

**Actividad 4.** Determinación del efecto del aceite de Piñón sobre cultivos afectados por antracnosis y cercosporiosis

**Responsable:** Ing. Alma Mendoza García

**Colaboradores:** Ings. Joffre Pincay y Wilmer Ponce.

### Objetivos

Determinar el efecto del aceite formulado de piñón (*Jatropha curcas*) sobre cultivos afectados por antracnosis y cercosporiosis.

### Metodología

#### Ubicación y características del sitio experimental

Este ensayo se realizó en el laboratorio e invernadero del DNPV-Fitopatología de la EEP.

#### Unidad experimental

La unidad experimental estará compuesta por 25 plantas por tratamiento de cada especie en estudio.

#### Tratamientos

- T1.- 1 cc de aceite de piñón formulado/litro de agua ó 1000 ppm
- T2.- 2 cc de aceite de piñón formulado/litro de agua ó 2000 ppm
- T3.- 3 cc de aceite de piñón formulado/litro de agua o 3000 ppm
- T4.- Testigo absoluto

## Diseño experimental y análisis de datos

Se utilizará un diseño completamente al azar con 25 unidades experimentales por tratamiento, Para la comparación de medias se realizará la prueba de significación de Tukey (5%).

### Análisis estadístico

#### Ensayos en invernadero

F de V	G.L.
Total	99
Tratamiento	3
Error	96

### Manejo específico del experimento

**Aplicación de tratamientos.-** Se utilizaron 25 plantas de pimiento y 25 plantas de limón por tratamiento; mismas que fueron sembradas en tubos de ensayos de 25x10 mm que contenía turba esterilizada y regadas con agua purificada por filtración. En este ensayo se aplicaron dosis de 1, 2 y 3 cc de aceite de piñón formulado que se asperjó sobre plantas de dos meses de edad, con frecuencia de ocho días.

#### Variables a evaluarse

Daño en follaje.- Se estableció mediante la siguiente escala utilizada por Alzate (2009):

Valor Descripción

- 0: Plantas iguales al testigo absoluto
- 1: Leve clorosis y presencia de pecas (manchas)
- 2: Clorosis acentuada y ligera reducción distinguible en el crecimiento o presencia de pocas manchas
- 3: Inhibición del crecimiento, clorosis marcada y anormalidades morfológicas
- 4: Planta muy afectada, sin posibilidad de recuperación, hay presencia de algunas partes de tejido aun verde
- 5: Necrosis y muerte de la planta

### Resultados

Las evaluaciones efectuadas a plantas de limón sutil asperjadas con aceite de piñón formulado, permitieron visualizar que las plantas que recibieron la aspersión con este aceite, no mostraron síntomas evidentes de daño, manteniéndose las plantas tratadas iguales al tratamiento testigo, mientras que en la prueba efectuada en plantas de pimiento se puede indicar que el aceite de piñón formulado puede tener posiblemente un efecto negativo cuando es aplicado en dosis más elevadas, porque se observó que en los tratamientos con dosis de 2 y 3 cc/litro de agua un 5 y un 8,70% de plantas respectivamente mostraron leve clorosis y presencia de pecas o manchas que corresponden al grado 2 de la escala de daño utilizada (tabla 7).

**Tabla 7.** Efecto del aceite de piñón aplicado sobre plantas de limón sutil y pimiento EEP 2018.

N°	TRATAMIENTO	% DE PLANTAS DE LIMÓN AFECTADAS	% DE PLANTAS DE PIMIENTO AFECTADAS
1	1cc/l de agua ó 1000 ppm	0,00	0,00
2	2cc/l de agua ó 2000 ppm	0,00	5,00
3	3cc/l de agua ó 3000 ppm	0,00	8,70
4	TESTIGO	0,00	0,00

### Conclusiones

Se puede indicar que el aceite de piñón aplicado sobre plantas de limón sùtil no presentan ningún daño en las dosis más altas utilizada en este estudio, mientras que en pimiento la dosis más baja no causo ningún efecto sobre los tejidos de las plantas, en tanto que la dosis intermedia y la alta presentaron efectos negativos en los tejidos, provocando pequeñas lesiones; con estos trabajos preliminares se ha observado que al no causar daño a los tejidos de la planta, existe un posible uso del aceite formulado de piñón en limón sùtil, previo a determinar un efecto positivo sobre el crecimiento de los patógenos o insectos que afectan a este cultivo.

### Recomendaciones

Se recomienda continuar realizando investigaciones en campo para determinar la efectividad del aceite de piñón sobre las diferentes plagas que afectan al cultivo de limón o cítricos en general.

### Anexos:



**Foto 1 y 2.-** Plantas de limón sùtil (i) y pimiento (d) de las pruebas del efecto del aceite de piñón formulado.

### Referencias

- Alzate O, D. A., Mier M, G. I., Afanador K, L., Durango R, D.L. y García P, C.M. (2009). Evaluación de la fitotoxicidad y la actividad antifungica contra *Colletotrichum acutatum* de los aceites esenciales de tomillo (*Thymus vulgaris*), Limoncillo (*Cymbopogon citratus*), y sus componentes mayoritarios. *Vitae*, 16 (1), 116-125. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v16n1/v16n1a14.pdf>
- Heller, J. (1996). *Physic nut, Jatropha curcas L. promoting the conservation and use underutilized and neglected crops. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Planta Research. Gatersleben/ International Plant Genetic Resources, Institute (IPGR), Rome, Italy. 66p. ISBN 92-9043-278-0* Recuperado de [https://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx\\_news/Physic\\_nut\\_Jatropha\\_curcas\\_L\\_161.pdf](https://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx_news/Physic_nut_Jatropha_curcas_L_161.pdf)

Pabón, L. Hernández-Rodríguez, P. (2012). Importancia química de *Jatropha curcas* y sus aplicaciones biológicas, farmacológicas e industriales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(2), 194-209. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962012000200008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962012000200008)

Putten van der, E. (2009). *Manual de Jatropha*. FACT Fuels from Agriculture in Communal Technology. Versión en español. Recuperado de [https://www.bioenergyforumfact.org/sites/default/files/2016-10/56-media\\_1052FACT%20jatropha%20Manual%20ES.pdf](https://www.bioenergyforumfact.org/sites/default/files/2016-10/56-media_1052FACT%20jatropha%20Manual%20ES.pdf)

**Actividad 5.** Evaluación del comportamiento de passifloraceas frente a *Fusarium* spp.

**Responsable:** Ing. Alma Mendoza García

**Colaboradores:** Ings. Néstor Valarezo y Hugo Álvarez.

### Antecedentes

La maracuyá (*Passiflora edulis*) es una fruta tropical de gran importancia social y económica para el Ecuador, porque involucra alrededor de 10.000 pequeños y medianos productores, es un rubro de exportación no tradicional que abastece al mercado de frutos frescos (MAG, 2018) y concentrados de frutas a nivel mundial (Valarezo et al., 2014); Las exportaciones de pulpa de maracuyá a los principales mercados como Holanda, Estados Unidos, Australia, Canadá, Portugal y Colombia, generaron ingresos al país por 52,3 millones de dólares de enero a Julio del 2014 (El Telégrafo, 2014).

Este cultivo es el sustento económico para los pequeños productores de Los Ríos, Manabí Guayas y Esmeraldas, provincias donde se concentra la mayor área de producción de este cultivo.

Desde el año 2002 hasta el 2010 la superficie cosechada de maracuyá se mantuvo entre 9.000 y 14.000 ha, disminuyendo drásticamente entre el 2011 y 2013, logrando una recuperación de estos niveles en los años 2014 y 2015 (MAG, 2018); paralelo al incremento de las áreas de siembra con maracuyá se ha observado también el aumento de problemas fitosanitarios, como son las enfermedades del área foliar y la marchitez o secadera, ésta última considerada como uno de los factores más limitantes de la producción.

La marchitez es una enfermedad que se manifiesta principalmente en cultivos que están en plena etapa de producción, observándose en casos extremos pérdidas de hasta un 50% de población del cultivo; las plantas afectadas por marchitez manifiestan inicialmente una pérdida de turgencia del follaje en las horas más calientes del día y a medida que la enfermedad avanza esta flacidez en las hojas o marchitamiento generalizado se presenta desde muy temprano del día; las hojas inicialmente permanecen adheridas a la plantas, luego se desprenden de las ramas provocando la defoliación de la misma.

La literatura internacional menciona como principal agente causal de la marchitez o secadera a *Fusarium* spp.; en trabajos de investigaciones locales sobre la marchitez de la maracuyá y otros cultivos, se ha encontrado a varios hongos asociados a plantas con síntomas de esta enfermedad (Delgado, 2013).

### Objetivo General

Contribuir con el manejo integrado de la marchitez.

## Objetivos Específicos.

Evaluar especies de pasifloras frente al ataque del hongo causante de la marchitez (*Fusarium* spp).

## Metodología

### Características del sitio experimental

Este experimento se condujo bajo condiciones de laboratorio e invernadero en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

#### Ubicación

Provincia	Manabí
Cantón	Portoviejo
Parroquia	Colón
Sitio	El Cadi
Altitud	47 msnm
Latitud	565189
Longitud	9875788

#### Características edafo climáticas

Zona climática	Trópico seco
Temperatura promedio	25,9 °C
Precipitación media anual	524,70 mm
Humedad relativa	82%

Registro pluviométrico de la EEP (promedio de 18 años, no se incluyen 1998 y 1999).

### Tratamientos

N°	TRATAMIENTO
1	INIAP-2009 inoculada
2	INIAP-2009 sin inocular
3	CLON 7 inoculado
4	CLON 7 sin inocular
5	CLON 10 inoculado
6	CLON 10 sin inocular
7	CLON 19 inoculado
8	CLON 19 sin inocular
9	GRANADILLA SILVESTRE inoculada
10	GRANADILLA SILVESTRE sin inocular

### Diseño experimental y análisis de datos

Diseño completamente al Azar (DCA) con 12 tratamientos y 20 unidades experimentales por tratamiento. Para la comparación de medias se realizará la prueba de significación de Tukey (5%), y se utilizarán herramientas de estadística descriptivas para las variables no paramétricas.

### Análisis estadístico



## Esquema del análisis de varianza

### ADEVA

F de V	G. de L.
Total	239
Tratamientos	11
Error	228

### Unidad experimental

La unidad experimental consistió de una planta sembrada en funda negra de polietileno 4x6.

### VARIABLES A EVALUAR:

**Porcentaje de plantas marchitas.-** Para esta variable se contabilizaron el número de plantas muertas por tratamiento y se transformó a porcentaje.

**Severidad de la marchitez.-** Se evaluó utilizando la siguiente escala (Forero et al., 2015).

Clase	Descripción
1	Ausencia de síntomas
2	Decaimiento de folíolos, clorosis leve generalizada
3	Clorosis intermedia y ondulación del borde foliar
4	Defoliación y pardeamiento en la zona basal del tallo. En ocasiones se presenta emisión de rebrotes en el tercio inferior del tallo.
5	Marchitez severa y muerte de la planta.

### Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

**Aislamiento.-** Para el aislamiento de los hongos se siguió la metodología descrita por Echandi (1967) con modificaciones, que consistieron en tomar de plantas que presentaron síntomas de la enfermedad, porciones de raíces y tallos. Las muestras se desinfectaron por 5 minutos en hipoclorito de sodio al 2,5%; luego se enjuagaron con agua destilada estéril hasta que no quedaron residuos del desinfectante.

Los trocitos de tejidos desinfectados se sembraron en medio de cultivo PDA al 2%, las colonias libres de contaminantes se repicaron y multiplicaron para las inoculaciones e identificación.

**Preparación y esterilización del sustrato.-** El sustrato para la siembra de las plantas de las diferentes passifloráceas en estudio, estaba compuesto por dos partes de suelo y una parte de arena gruesa de río, esterilizado en autoclave por dos horas a 15 lb de presión.

**Siembra.-** Para asegurar la población se sembraron dos semillas por funda, luego de la emergencia se eliminó una planta para dejar una sola por unidad experimental.

**Riego.-** Para esta labor se utilizó agua filtrada y esterilizada de acuerdo a los requerimientos del cultivo.

**Método de inoculación.-** En la base del tallo de las plantas, se realizó una incisión con un bisturí estéril y sobre esta herida se colocó un disco de 5mm de diámetro conteniendo medio

de cultivo y el hongo en estudio, luego se cubrió con algodón estéril, que se mantuvo humedecido con agua destilada esterilizada por el lapso de 48 horas.

**Toma de datos.-** La severidad de la marchitez se evaluó cada 15 días después de la inoculación; se contabilizó el número de las plantas muertas hasta los 60 días posteriores a la inoculación y los valores se transformaron a porcentaje.

### Resultados

Los aislamientos realizados a partir de muestras facilitadas por técnicos de la EESD permitieron obtener un hongo cuyas características morfológicas corresponden a *Fusarium* spp., mientras que de muestras extraídas de plantas cultivadas en el lote Teodomira los aislamientos permitieron obtener a *Macrophomina* sp.

La variable porcentaje de plantas marchitas no se la analizó estadísticamente, por no presentarse plantas muertas entre los tratamientos inoculados, sin embargo en la variable severidad de la marchitez se observó en todos los materiales en estudio la presencia de plantas con clorosis leve o amarillamiento en las hojas, que corresponden al valor dos de la escala de evaluación utilizada, en el material INIAP 2009 esta sintomatología fue un poco más evidente sin llegar al grado 3 de la escala.

### Conclusiones

Los resultados observados indican que posiblemente en la marchitez de la maracuyá estén interactuando otros factores que no se reproducen en condiciones de invernadero, que no permiten lograr la mortalidad de plantas que se observan en las plantaciones de maracuyá, además en el estudio se propuso entre los tratamientos al material Alata, sin embargo no se pudo obtener la población requerida por falta de fructificación y semilla de este material, por lo que en el trabajo ejecutado no se incluyó el mismo.

### Recomendaciones

Para completar este estudio vale fortalecer el equipo de trabajo con compañeros de otras estaciones que tengan experiencia en el aislamiento de nematodos y poder realizar inoculaciones de hongos y nematodos, principalmente porque en estudios realizados en años anteriores se detectó la presencia de *Rotylenchulus reniformis* en raíces de maracuyá.

### Anexos:



**Foto 1** Vista al microscopio de hongos aislados a partir de muestras de maracuyá



**Foto 2** Plantas de passifloras y materiales clonales sin mostrar síntomas de marchitez, maracuyá Iniap 2009 (d) con leve clorosis en hojas.

## Referencias

- Delgado M. G., (2013). *Patogenicidad y pruebas de sensibilidad in vitro del agente causal de la marchitez del maracuyá (Passiflora edulis L.) en el Litoral Ecuatoriano*. (tesis de pregrado) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Felix López”.
- Echandi, E. (1967). *Manual de laboratorio para Fitopatología General*. IICA. Lima.
- Ecuador es el primer exportador de pulpa de maracuyá del mundo. (26 de septiembre de 2014). El Telegrafo.com. Recuperado de <https://www.eltelgrafo.com.ec/noticias/economia/4/ecuador-es-el-primer-exportador-de-pulpa-de-maracuya-del-mundo>
- Forero, R., Ortiz, E., DeLeon, W., Gomez, J.C. y Hoyos-Carvajal, L. (2015). Análisis de la resistencia a *Fusarium oxysporum* en plantas de *Passiflora maliformis* L. *Revista Colombiana de ciencias Hortícolas*, 9(2). 197-208. Doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i2.4174> Recuperado [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias\\_hortícolas/article/view/4174/pdf](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/4174/pdf)
- García, M.A. (2010). *Guía Técnica del cultivo de la maracuyá*. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL Enrique Álvarez Córdova, Recuperado de <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20MARACUYA%202011.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). *Boletín Situacional – Maracuyá 2016*. Coordinación General del Sistema de Información Nacional-CGSIN. [Coordinacion General del Sistema de Informacion Nacional - CGSIN](http://fliphtml5.com/ijia/ycoo/basic), 2018-04-19 19:37:01 Recuperado de <http://fliphtml5.com/ijia/ycoo/basic>
- Romero Ramirez, A.C. y González Mejía A. (2012). *Cultivo de maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa) establecido con buenas prácticas agrícolas (BPA) en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT*. Disponible:[http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/biblioteca/cultivo%20de%20maracuya%20establecido%20con%20buenas%20practicas%20agricolas%20....pdf](http://ciat-library.ciar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/cultivo%20de%20maracuya%20establecido%20con%20buenas%20practicas%20agricolas%20....pdf)
- Valarezo, A., Valarezo, O., Mendoza, A., Álvarez, H., Vásquez, W. (2014). *El cultivo de maracuyá: Manual técnico para su manejo en el litoral ecuatoriano*. INIAP. Quito, Ecuador.

**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**

**PROGRAMA DE AGROENERGIA**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2018**

## INFORME ANUAL 2018

1. **Departamento / Programa :** Agroenergía.
2. **Nombre director de la Estación Experimental:** Mgs. Eddie Ely Zambrano Zambrano
3. **Responsable del Programa en la Estación Experimental:** Ing. Joffre Pincay Menéndez
4. **Equipo técnico multidisciplinario I+D:**

Ing. Q. Wilmer Hernán Ponce Saltos. (Laboratorio de Bromatología y Calidad).  
Ing. Geover Peña (Programa de cacao y café)  
Dr. Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez (DNPV Entomología)  
Ing. Alma Alexandra Mendoza García (DNPV Fitopatología)
5. **Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo.
6. **Proyectos:**
  - 6.1. Mantenimiento y caracterización de bancos de germoplasma de piñón.  
Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo  
Fecha de inicio: 2008  
Fecha de término: Indefinido
  - 6.2. Multiplicación y caracterización morfo agronómica de las accesiones de higuierilla (*Ricinus communis* L.) de la EEP.  
Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo  
Presupuesto: 2000,00 USD  
Fecha de inicio: Abril 2018  
Fecha de término: Diciembre 2018
  - 6.3. Estudio de obtención de un aceite vegetal formulado para uso agrícola.  
Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo  
Presupuesto: 2000,00 USD  
Fecha de inicio: Abril 2018  
Fecha de término: Diciembre 2019
  - 6.4. Validación y ajuste de tecnologías para la obtención y uso del aceite de piñón como combustibles, y aprovechamiento de los subproductos.
    - 6.4.1. Manejo y procesamiento de la cosecha de Piñón (*Jatropha curcas* L.) para obtener aceite de buena calidad
    - 6.4.2. Elaboración de Jabones a base de Piñón (*Jatropha curcas* L.)
    - 6.4.3. **Estudio** sobre caracterización física-química del aceite de líneas promisorias de la colección de piñón.  
Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo  
Fecha de inicio: 2012  
Fecha de término: Diciembre 2018.
7. **Socios estratégicos para investigación:** Universidad Técnica de Manabí (UTM), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).
8. **Publicaciones:**
  - 8.1 Ponce, W., Viteri, A., **Pincay, J.**, Limongi, R., Avellán, B. y Moreira, P. (2018). Elaboración de Jabones a base de Piñón (*Jatropha curcas* L.). Plegable divulgativo (Número por definir). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador.

**8.2** Ponce, W., Viteri, A., **Pincay, J.**, Limongi, R., Avellán, B. y Moreira, P. (2018). MANEJO Y PROCESAMIENTO DEL GRANO DE PIÑÓN (*Jatropha curcas* L.) PARA LA OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador. (Por aprobar).

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

**9.1** Pincay, J., Avellán, B., Moreira, P., y Ponce, W. (2018). Participación en la evaluación participativa de parcela de Difusión y Tecnología: asociación de cultivos higuera– maní, en los cantones Tosagua, parroquia Bachillero, en la localidad Monteoscuro, Cantón Sucre, en la parroquia Charapotó, localidad San José de las Coronas y en el Cantón Rocafuerte, localidad La Primavera los días 29, 30 de Mayo y 06 de Junio del 2018.

**9.2** Ponce, W., y Pincay, J. (Julio del 2018). Obtención de Biodiesel a través de aceite de Piñón con participación de los estudiantes de la ULEAM (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí) el 13 de Julio del 2018 en la Estación Experimental Portoviejo.

**9.3** Pincay, J. (Noviembre del 2018). Ponencia con la temática “Calidad de los suelos y agua para riego en áreas cacaoteras de Manabí” en la Jornada Científica Agropecuaria 2018, de la Universidad Estatal del Sur de Manabí/Jipijapa.

**9.4** Pincay, J. (Noviembre del 2018). Charla técnica en las temáticas: textura, estructura de suelos, horizontes, análisis y calicata, con participación de los estudiantes de carrera Ingeniería Agropecuaria, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

**9.5** Pincay, J., Moreira, P., Vivas, H., y Ponce, W. (Noviembre del 2018). FERIA AGRARIA Y FESTIVAL DEL ARROZ el día 30 de noviembre del 2018. Charapotó (Sucre), Ecuador.

## **10. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:**

**Actividad 1.** Mantenimiento y caracterización de bancos de germoplasma de piñón.

**Responsable:** Joffre Daniel Pincay Menéndez

**Colaboradores:** Ing. Wilmer Ponce

### **Antecedentes**

El banco de germoplasmas de accesiones de piñón está sembrado en terrenos de la Estación Experimental Portoviejo. La colección original fue sembrada desde el año 2008, con accesiones colectadas en Manabí, Loja, Guayas, Santa Elena, Los Ríos, además de Perú y Brasil, se ha realizado caracterización agronómica, morfológica y molecular (Mendoza, et al., 2009).

Para un uso efectivo en un programa de mejoramiento, los recursos fitogenéticos del banco de germoplasma deben ser debidamente conservados y mantenidos, con el fin de conocer el comportamiento del material (Muñoz y Jiménez, 2009), por lo que lo hace necesario evaluar a las accesiones por largos periodos para poder determinar el verdadero potencial productivo de los materiales.

## Objetivos

### Objetivo General

Mantener el bancos de germoplasma de piñón (*Jatropha curcas* L.)

### Objetivos Específicos.

Evaluar producción del banco de germoplasma de piñón  
Conservar agronómicamente las colecciones de piñón.

## Metodología

### Ubicación

Los Bancos de piñón están sembrados en la EE Portoviejo del INIAP, ubicada en el sitio El Cady, Parroquia Colón, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí. Latitud UTM 544963,401 y Longitud UTM 9875338,638.

### Características edafo climáticas

El suelo es franco arcilloso y topografía plana. La zona climática es tropical de sabana, con promedios de 26,3 °C de temperatura, 527 mm de lluvia, 83 % de humedad relativa.

### Factores en estudio

Colección original: 164 accesiones.

### Unidad experimental

Colección original: 8 a 10 plantas (60 m<sup>2</sup>)

### Análisis estadístico

Comparaciones individuales y grupales en base a promedios, Rangos y frecuencias, coeficiente de variación y desviación estándar.

### Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

La colección original de piñón consta de 164 accesiones, con ocho a diez plantas de cada una, sembradas desde el año 2008, con un distanciamiento de 3,0 x 2,0 m.

Durante este año, en la época seca se ha proporcionado riego adicional (1 riego por mes). El control de malezas se realizó de forma manual una vez al mes y química cada tres meses. La cosecha y el descascarado de los frutos maduros y secos fue manual y las semillas fueron secadas al sol. En este año, se han registrado datos producción por planta, mediante cinco pases de cosechas.

## Resultados

Las producciones anuales de la colección original se presentan en la **tabla 1**, donde se agruparon por rangos de acuerdo a la producción ostentadas por cada accesiones de piñón. Los menores promedios se obtuvieron con las accesiones CP021, CP022, CP046, CP070, CP075, CP078, CP080, CP088, CP090, CP096, CP113, CP115, CP121, CP124, CP131, CP148, CP150, CP153, CP156, CP162, correspondiente al 12.2%; las cuales rindieron menos del 39.8 gramos de semilla seca por plantas.

En los otros niveles subsiguientes, 13 accesiones concerniente al 7.9%, evidenciaron rangos entre 39.8 a 79.6 gramos por plantas; 22 accesiones equivalente al 13.4%, adujeron el 79.6 a 119.4 gramos; 22 accesiones perteneciente al 13.4% entre 119.4 a 159.2 gramos; 21 accesiones respectivo al 12.8% entre 159.2 a 199.0 gramos; 20 accesiones igual al 12.2% entre 199.0 a 238.8 gramos; 18 accesiones comparable al 11.0% entre 238.8 a 278.6 gramos; 14 accesiones relativo al 8.5% entre 278.6 a 318.4 gramos.

Paralelamente las accesiones de mayor producción recaen en los materiales CP067, CP089, CP097, CP101, CP118, CP152, CP159, en un rango de 318.4 a 358.2 gramos de semilla, referente al 4.3%; asimismo las accesiones CP041, CP054, CP060, CP079, CP116, CP143, CP151, mostraron rendimientos disimiles superior en un nivel de 358.2 a 398.0 gramos, equiparable al 4.3% de la producción.

**Tabla 1.** Producción de las accesiones del banco de germoplasma de piñón. EEP. 2018.

RANGO PRODUCCIÓN G/PLANTA	CODIGO DE LA ACCESIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	% FRECUENCIA RELATIVA
00.0 - 39.8	CP021, CP022, CP046, CP070, CP075, CP078, CP080, CP088, CP090, CP096, CP113, CP115, CP121, CP124, CP131, CP148, CP150, CP153, CP156, CP162.	20	12.2%
39.8 - 79.6	CP036, CP047, CP053, CP056, CP058, CP066, CP068, CP094, CP102, CP137, CP140, CP142, CP146.	13	7.9%
79.6 - 119.4	CP017, CP023, CP033, CP039, CP048, CP049, CP055, CP065, CP081, CP083, CP084, CP100, CP112, CP120, CP127, CP132, CP134, CP135, CP138, CP141, CP149, CP161.	22	13.4%
119.4 - 159.2	CP002, CP003, CP004, CP007, CP025, CP026, CP028, CP030, CP031, CP062, CP069, CP072, CP076, CP092, CP095, CP104, CP108, CP111, CP122, CP154, CP158, CP160.	22	13.4%
159.2 - 199.0	CP005, CP006, CP008, CP010, CP011, CP016, CP018, CP027, CP029, CP037, CP042, CP043, CP044, CP059, CP085, CP086, CP087, CP126, CP128, CP136, CP144.	21	12.8%
199.0 - 238.8	CP001, CP009, CP012, CP013, CP024, CP035, CP040, CP057, CP071, CP073, CP077, CP103, CP109, CP125, CP129, CP133, CP139, CP145, CP147, CP163.	20	12.2%
238.8 - 278.6	CP014, CP019, CP032, CP034, CP045, CP061, CP082, CP091, CP098, CP105, CP106, CP107, CP117, CP119, CP123, CP155, CP157, CP164.	18	11.0%
278.6 - 318.4	CP015, CP020, CP038, CP050, CP051, CP052, CP063, CP064, CP074, CP093, CP099, CP110, CP114 CP130.	14	8.5%
318.4 - 358.2	CP067, CP089, CP097, CP101, CP118, CP152,	7	4.3%



CP159.

358.2 - 398.0

CP041, CP054, CP060, CP079, CP116, CP143,  
CP151.

7

4.3%

## CP: Colección Piñón

### Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en los registro de producción de las diferentes accesiones en el años 2018, exterioriza que existen accesiones que su rendimiento están por debajo de 39.8 gramos de semillas secas por plantas, inclusive algunas accesiones no tuvieron producción. No obstante también en este registro, existieron materiales con producción en el rango de 318.4 a 358.2 gramos de semilla asimismo con nivel de 358.2 a 398.0 gramos.

### Recomendaciones

Se debe continuar con las evaluaciones o registro de datos de producción, además de implementar otras evaluaciones fenológicas y se debe seguir con el mantenimiento técnico.

### Referencias

- Bioversity International. (2007). Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Roma, Italia. ISBN (para la versión en español). Disponible en [www.bioversityinternational.org](http://www.bioversityinternational.org).
- Días, L. (2007). Cultivo de piñón manso (*Jatropha curcas* L.) para producción de aceite combustible. Viçosa. Brasil. 40p.
- Mendoza, H., Rodriguez, M., Lopez, J., Mejia, N., y Zambrano, F. (2009). Tecnologías para aprovechamiento del piñón (*Jatropha curcas* L) como fuente de biocombustibles en tierras marginales secas del litoral Ecuatoriano. INIAP-EPN-IICA. Portoviejo, Ecuador. Boletín Técnico N° 136. 16p.
- Muñoz, M., y Jiménez, E. (2009). Caracterización Morfométrica de cuatro ecotipos de piñón (*Jatropha curcas*), asociado con teca (*Tectona grandis*). Guayaquil, Ecuador. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). 102 p.
- Saturnino, H. (2005). Cultivo de Piñón manso (*Jatropha curcas* L.). Producción de oleaginosas para biodiesel. Informe agropecuario, Belo Horizonte, Brasil. v. 26, n. 229, p. 44-74.

**Actividad 2.** Multiplicación y caracterización morfo agronómica de las accesiones de higuierilla (*Ricinus communis* L.) de la EEP.

**Responsable:** Joffre Daniel Pincay Menéndez

**Colaboradores:** Ing. Geover Peñas, / Ing. Wilmer Ponce Saltos

### **Antecedentes**

La higuierilla es una planta originaria de África, pero se ha cultivado alrededor del mundo en diversos tipos de climas, como subtropicales, tropicales y áridos. Una característica importante es que puede fecundarse por autopolinización y también por polinización cruzada; diversos estudios a nivel mundial indican que existe una diversidad genética muy baja entre el germoplasma de higuierilla (Mendoza, 2012).

Debido a las características de la higuierilla en cuanto al porcentaje de aceite en la semilla, su gran adaptabilidad y la facilidad en la transformación de su aceite, sitúan a esta oleaginosa con un alto potencial para la producción industrial de biodiesel, y para su producción pueden utilizarse tierras marginales (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria [INIAP], 2015).

En este contexto en los años 2008, el INIAP retomó las investigaciones en higuierilla colectando y caracterizando germoplasma y seleccionando materiales promisorios, que conserva y maneja del Programa de Agroenergía.

Es necesario indicar que durante el proceso de conservación las muestras pueden perder viabilidad con el tiempo, o disminuir su disponibilidad por su bajo número de semillas (Dullo, et al., 2008). Por lo tanto, y para mantener los materiales conservados en cantidad suficiente y alta calidad, se deben realizar rigurosos procesos de multiplicación, así como también caracterización morfo agronómica de los materiales.

Es así que Milani (2008), manifiesta que la higuierilla es una especie con alta variabilidad, pudiendo presentar plantas perennes y anuales, porte enano o arbóreo y variaciones en el contenido y la composición del aceite, entre otras características. La correcta caracterización y la evaluación de los genotipos disponibles pueden ayudar en el programa de mejoramiento, mediante la creación de una base de datos eficiente.

Por lo señalado, es necesario que las colecciones existentes en el Programa de Agroenergía de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, deban ser conservadas y evaluadas para obtener semillas frescas; solo así el material conservado puede ser puesto a disposición de los fitomejoradores.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

Mantener y caracterizar los materiales de higuierilla (*Ricinus communis* L) conservados ex situ en condiciones adecuadas de cantidad, calidad y viabilidad, a través de procesos de multiplicación

#### **Objetivos Específicos**

Multiplicar los materiales de higuera (*Ricinus communis* L.).  
Evaluar características morfo agronómica de las accesiones de Higuera.

## Metodología

### Ubicación

El trabajo se efectuó en el lote la “Teodomira” de la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en la Parroquia Lodana, Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí, localizada en las coordenadas latitud 01°10'24”, y longitud 80°23'12”.

### Características edafológicas climáticas

El suelo es franco arcilloso y topografía plana. La zona climática es tropical, con promedios de 26,4 °C de temperatura, 851,57 mm de lluvia, 81 % de humedad relativa (INIAP, 2014).

### Factores en estudio

Colección original de semillas de accesiones de higuera.

### Unidad experimental

Número total de accesiones: 162

Número de hilera por accesiones: 1

Números de parcelas: 7

Números de hileras por parcelas: 23

Número de plantas por hileras: 8

Distancia entre plantas: 2 m

Distancia entre hileras: 3 m

Áreas por parcelas: 81 m x 16 m (1296 m<sup>2</sup>)

Área total del ensayo: 9072 m<sup>2</sup>

### Análisis estadístico

Estadísticos simple o descriptivo, para permitir ver diversidad genética en relación al Coeficiente de variación, análisis multivariados.

### Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

El control de malezas se lo ha mantenido de forma manual una vez al mes y química (herbicidas alachlor a una dosis de 3 lt/ha) cada tres meses. El tratamiento de semillas se realizó con carboxin + thiram (vitavax) en dosis de 1.5 g/Kg de semilla.

El riego por surco se efectuó de acuerdo al requerimiento de las plantas; la cosecha (120 a 150 días, acuerdo al ciclo vegetativo del material), se efectuó en las plantas de la diferentes accesiones que fueron elegidas para la autopolinización logrando de esta manera conservar pureza de los materiales, el descascarado de los frutos maduros y secos es manual y las semillas fueron secadas al sol.

### Datos a tomarse

Las evaluaciones o registro de datos se efectuaron de acuerdo a los descriptores implementados por Programa de Agroenergía y adaptado de descriptores de la higuera de la

Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), documento escrito por Milani (2008).

### **Floración del racimo primario**

Número de días entre la germinación y la apertura de las flores femeninas.

### **Altura del racimo primario**

La altura es la media efectuadas desde el suelo hasta la inserción del racimo primario. Se puede realizar en cualquier momento después del apareamiento del racimo primario, ya que no se altera con el desarrollo de la planta.

### **Altura de la planta**

Este dato se logró midiendo desde el suelo hasta el ápice del racimo más alto esto fue realizados en las plantas que se autopolinizarón.

### **Color del tallo**

Color del tallo anotado en la época de maduración del racimo primario. Para evaluar el color, se debe desconsiderar la presencia de cera; esto se hace simplemente pasando el dedo en la superficie del tallo y removiendo la capa en un área dada.

1 = verde, 2 = verde rosado, 3 = Verde rojizo, 4 = marrón rojizo, 5 = Rojo púrpura

### **Forma de los racimos**

Se observa al inicio de la maduración de los racimos, anotando el formato de la mayoría de los ramos de cada planta.

1 = Cónico, 2 = Globoso, 3 = Cilíndrico, 4 = Amorfo.

### **Número de racimos**

El número de racimos es la cantidad promedio de racimos por planta al final del año ciclo.

### **Longitud de los frutos**

Para medir la longitud de los frutos, se tomaron medidas en 10 frutos en la porción mediana del racimo.

### **Dehiscencia de los frutos**

Comportamiento de los frutos, en la época de maduración de los racimos:

Dehiscente: los frutos se abren, y las semillas se lanzan al suelo antes incluso de la cosecha.

Semidehiscente: los frutos sólo se abren después de cosechados, durante el secado.

Indehiscente: los frutos sólo se abren por beneficiamiento después de la maduración.

### **Puntas en los frutos**

Se lo observo con la maduración de los frutos, indicando:

1 = Con presencia de puntas, 2 = Sin presencia de puntas.

### **Color primario, secundario patrón de las semillas**

Coloración predominante de la semilla, excluida la variación, observada en la cara.

1 = Negro, 2 = Gris (Pintadas), 3 = Café rojizo, 4 = Café oscuro, 5 = Café, 6 = Café claro (beige), 7 = Roja, 8 = Amarillenta, 9 = Blanco.

### **Largo, ancho y espesor de la semilla (mm)**

El largo de las semillas medido en el sentido de la rafe, la anchura de las semillas medida transversalmente a rafe, el espesor se realizó en la región mediana entre las caras superior e inferior de las semillas, estas mediciones se utiliza las mismas semillas, en este caso fueron 10 semillas de cada material o accesiones.

### **Forma de las Semillas**

Para determinar esta característica se observa en las semillas, en la cara opuesta a rafe deduciendo las siguientes formas:

1 = Redondeada , 2 = Elipsoide

### **Carúncula de la semilla**

Se observa esta caracteriza en una de la 10 semilla de las diferentes accesiones escogida al azar indicando:

1 = Protuberante, 2 = No protuberante

### **Resultados**

La caracterización morfológica de las 85 accesiones de higuera reveló que dentro de los 15 caracteres cuantitativos aplicados, existen cuatro grupos de estos que determinaron diversidad genética entre las accesiones caracterizadas.

En la **tabla 2**, se puede observar que el coeficiente de variación de los caracteres osciló entre el 9,61% (ancho del fruto mm) y 39,56% (Número de ramas III), siendo estos rangos permitidos para investigaciones en campo, dada la influencia que el ambiente ejerce en los caracteres cuantitativos.

Los caracteres con mayor variación fueron: Número de ramas III, con el 39,56 % de CV; seguido de números de Racimos por planta con el 36,82% de CV; el Peso de 100 semillas que presentó el 34,38 de CV; por último el carácter número de ramas I, obtuvo el 29,27% de CV; mientras que las variables con menor variación fueron: Ancho de fruto (9,61%); Largo del fruto con 11,13%; y finalmente espesor de la semilla con 11,10% de CV.

Por consiguiente, cuanto más bajo sea el valor del coeficiente de variación más homogéneos son los datos y por lo tanto la diversidad genética será menor dentro de estas accesiones, mientras que más altos son los valores de coeficiente de variación, mayor será la variabilidad genética.

**Tabla 2.** Descriptores de características cuantitativas y estadísticas simples en accesiones de higuerillas. EEP. 2018.

Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.	Rango
Floración racimo Princ. (días)	85	62,83	9,34	14,86	39,00	83,00	44,00
Floración Rama I (días)	85	75,76	10,25	13,53	48,00	99,00	51,00
Floración Rama II (días)	85	90,37	15,37	17,01	67,00	198,00	131,00
Alt. Racimo prima (cm)	85	134,59	24,75	18,39	54,00	192,00	138,00
Altura de Plantas (cm)	85	302,79	58,51	19,32	130,00	396,00	266,00
Número de ramas I	85	9,31	2,73	29,27	5,00	24,50	19,50
Número de ramas II	85	17,57	4,50	25,60	5,00	28,00	23,00
Número de ramas III	85	33,67	13,32	39,56	6,00	63,00	57,00
Número Racimos planta	85	34,18	12,58	36,82	9,50	68,00	58,50
Largo del fruto (mm)	85	24,97	2,78	11,13	19,40	30,54	11,14
Ancho del fruto (mm)	85	22,55	2,17	9,61	17,15	28,10	10,95
Largo de semilla (mm)	85	15,55	1,94	12,47	11,14	20,06	8,92
Ancho de semilla (mm)	85	10,29	1,61	15,65	7,65	14,11	6,46
Espesor de semilla (mm)	85	6,48	0,72	11,10	5,43	8,65	3,22
Peso 100 semillas (gr)	85	42,16	14,49	34,38	17,30	82,70	65,40

### Análisis de agrupamiento de accesiones de higuerilla.

Mediante el algoritmo multivariado del análisis de agrupamiento jerárquico de (Ward 1963 s. f.), actuando sobre la matriz de distancia obtenido con el método de Gower (1967), se produjo el agrupamiento de las accesiones caracterizadas en el presente estudio, definiendo cuatro grupos genéticos, cuya distribución se indica en la **tabla 3**. El grupo uno está conformado por las accesiones CH007, CH011, CH012, CH056, CH087, CH096, CH098, CH099, CH104, CH112, CH013 y CH097, el cual representa el 22,00 % de las accesiones caracterizadas; con el 13,00% es representado el grupo dos conformado por las accesiones CH006, CH010, CH025, CH035, CH036, CH040, CH042, CH044, CH045, CH049, CH060, CH063, CH069, CH074, CH078, CH080, CH094, CH095, CH107, CH114, y CH137. Dentro del grupo tres se encuentran las accesiones CH002, CH004, CH005, CH009, CH015, CH018, CH022, CH023, CH031, CH032, CH038, CH039, CH041, CH046, CH048, CH050, CH051, CH052, CH053, CH055, CH057, CH059, CH082, CH083, CH084, CH088, CH090, CH100, CH105, CH109, CH110, CH115, CH122, y CH147 el cual representa el 22,00% de la colección, y consecutivamente el grupo cuatro, representando por las accesiones CH001, CH026, CH027, CH065, CH066, CH067, CH068, CH070, CH071, CH072, CH075, CH077, CH081, CH085, CH093, CH106, CH113, y CH141, y representa el 13,00%, de la variabilidad estudiada. En la **tabla 4** se puede observar la frecuencia la frecuencia absoluta y relativa de las accesiones de higuerilla en cada grupo.

**Tabla 3.** Distribución de las 85 accesiones de higuerilla por grupos, según el análisis jerárquico de Ward. EEP. 2018.

Grupos	Accesiones del Grupo
1	CH007, CH011, CH012, CH056, CH087, CH096, CH098, CH099, CH104, CH112, CH013, CH097.
2	CH006, CH010, CH025, CH035, CH036, CH040, CH042, CH044, CH045, CH049, CH060, CH063, CH069, CH074, CH078, CH080, CH094, CH095, CH107, CH114, CH137.
3	CH002, CH004, CH005, CH009, CH015, CH018, CH022, CH023, CH031, CH032, CH038, CH039, CH041, CH046, CH048, CH050, CH051, CH052, CH053, CH055, CH057, CH059, CH082, CH083, CH084, CH088, CH090, CH100, CH105, CH109,

CH110, CH115, CH122, CH147.

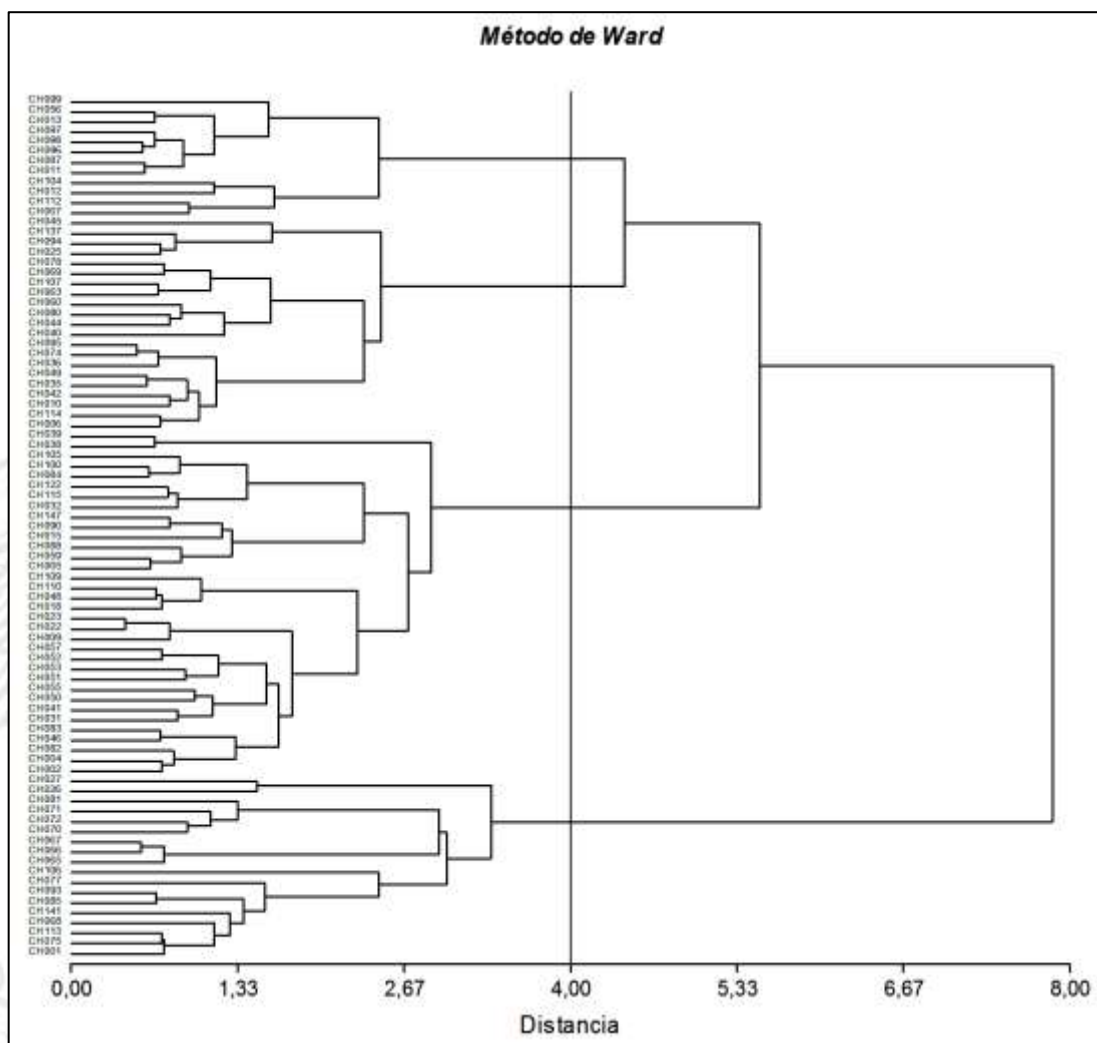
4

CH001, CH026, CH027, CH065, CH066, CH067, CH068, CH070, CH071, CH072,  
CH075, CH077, CH081, CH085, CH093, CH106, CH113, CH141.

**Tabla 4.** Distribución por grupos, frecuencias y porcentajes de variabilidad de las 85 accesiones de higerillas. EEP. 2018.

Grupos	Frecuencias	Porcentajes	Frecuencias acumuladas	Porcentajes acumulado
Grupo 1	12	14,12	12	14,12
Grupo 2	21	24,70	33	38,82
Grupo 3	34	40,00	67	78,82
Grupo 4	18	21,18	85	100,00

En la **Figura 1**, se representa por medio de un fenograma la estructura taxonómica obtenida por la matriz de distancia con el agrupamiento jerárquico de Ward (1963), a partir de la matriz de distancia generada por el algoritmo de Gower, el mismo que muestra la relación en grado de disimilitud entre las accesiones o grupo de las mismas. Esta relación determinó en cierta forma el parentesco genético entre accesiones y la variabilidad observada en cada grupo.



**Figura 1.** Fenograma de distancias entre 85 accesiones de higerillas. EEP. 2018.

## Determinación del valor discriminante de los caracteres para separar grupos genéticos

### Caracteres cuantitativos

En la **Tabla 5**, se observan los ocho caracteres cuantitativos con mayor valor discriminante de los 15 medidos, mediante la prueba de significancia de Duncan (1975) y a través de los promedios obtenidos por grupos se detectaron ocho caracteres con mayor poder discriminatorio. Los caracteres con mayor poder discriminantes fueron espesor de semilla (mm), Floración racimo principal (días), número de rama I, número de rama II, número de racimos planta, ancho fruto (mm), ancho semilla (mm) y Peso de 100 semillas (gr).

**Tabla 5.** Valores promedios de los caracteres distintivos en cuatro grupos de las accesiones de higuerrilla. EEP. 2018.

VARIABLES CUANTITATIVAS	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	VALOR P	VALOR D
Floración racimo Princ. (días)	52,71 a	62,78 b	62,79 b	69,71 c	<0,0001**	0,75
Floración Rama I (días)	66,47 a	76,84 b	73,82 b	84,33 c	<0,0001**	0,75
Floración Rama II (días)	81,57 a	87,54 bc	92,52 ab	99,11 c	0,0081**	0,75
Alt. Racimo prima (cm)	119,4 a	140,16 b	132,53 ab	142,11 b	0,0549 ns	0,50
Altura de Plantas (cm)	317,92 a	317,76 a	290,18 a	299,06 a	0,2834 ns	0,25
Número de ramas I	9,04 a	10,32 a	8,97 a	8,97 a	0,2862 ns	0,25
Número de ramas II	17,43 a	17,71 a	17,67 a	17,31 a	0,9911 ns	0,25
Número de ramas III	39,75 b	29,27 a	39,26 b	24,19 a	0,0001**	0,50
Número Racimos planta	46,17 c	30,31 ab	36,26 b	26,76 a	0,0001**	0,75
Largo del fruto (mm)	26,74 b	26,29 b	23,08 a	25,8 b	<0,0001**	0,50
Ancho del fruto (mm)	23,35 b	23,14 b	20,78 a	24,67 c	<0,0001**	0,75
Largo de semilla (mm)	15,92 b	16,79 b	14,12 a	16,53 b	<0,0001**	0,50
Ancho de semilla (mm)	10,68 b	10,38 b	9,01 a	12,36 c	<0,0001**	0,75
Espesor de semilla(mm)	6,83 c	6,46 b	5,89 a	7,37 d	<0,0001**	1,00
Peso 100 semillas (gr)	46,68 b	42,83 b	32,03 a	57,49 c	<0,0001**	0,75

D Variables determinadas como más discriminantes

Condiciones cuantitativas valor D:

\* = Significativo al 5% de probabilidad

d = 1

\*\* = Significativo al 1% de probabilidad

c = 0,75

ns = No significativo

b = 0,50

a = 0,25

### Caracteres cualitativos

De los ocho caracteres analizados mediante la prueba de X<sup>2</sup>, se detectaron dos de ellos con significancia (1%) (**Tabla 6**). Estos resultados indican que estos dos descriptores utilizados aportan información para definir la diversidad y para separar grupos genéticos dentro de esta colección. El color primario de semilla y patrón de la semilla, fueron los descriptores con mayor valor discriminante (X<sup>2</sup> = 55,21 y 50,23 respectivamente) y con los coeficientes de asociación más altos, siendo estos coeficientes de contingencia de Cramer= 0,40 y 0,38; coeficiente de contingencia Pearson = 0,63 y 0,61 respectivamente.

**Tabla 6.** Descriptores cualitativos de mayor valor discriminante entre los cuatro grupos de las accesiones obtenidos en el agrupamiento jerárquico de Ward. EEP. 2018.

VARIABLES CUALITATIVAS	CHI CUADRADO PEARSON	COEFICIENTE DE CONTINGENCIA CRAMER	COEFICIENTE DE CONTINGENCIA PEARSON	VALOR P
------------------------	-------------------------	--	--	---------



Color del Tallo	15,94	0,22	0,4	0,1942 ns
Forma de los racimos	17,85	0,23	0,42	0,037*
Dehiscencia de los frutos	8,79	0,16	0,31	0,4566 ns
Puntas en los frutos	7,62	0,21	0,29	0,0545 ns
Color primario de semilla	<b>55,21</b>	0,4	0,63	0,0001**
Color secundario semilla	36,33	0,33	0,55	0,0003**
Patrón de la semilla	<b>50,23</b>	0,38	0,61	<0,0001**
Carúncula de la semilla	10,91	0,25	0,34	0,0122*

D Variables determinadas como más discriminantes

\* = Significativo al 5% de probabilidad

\*\* = Significativo al 1% de probabilidad

ns = No significativo

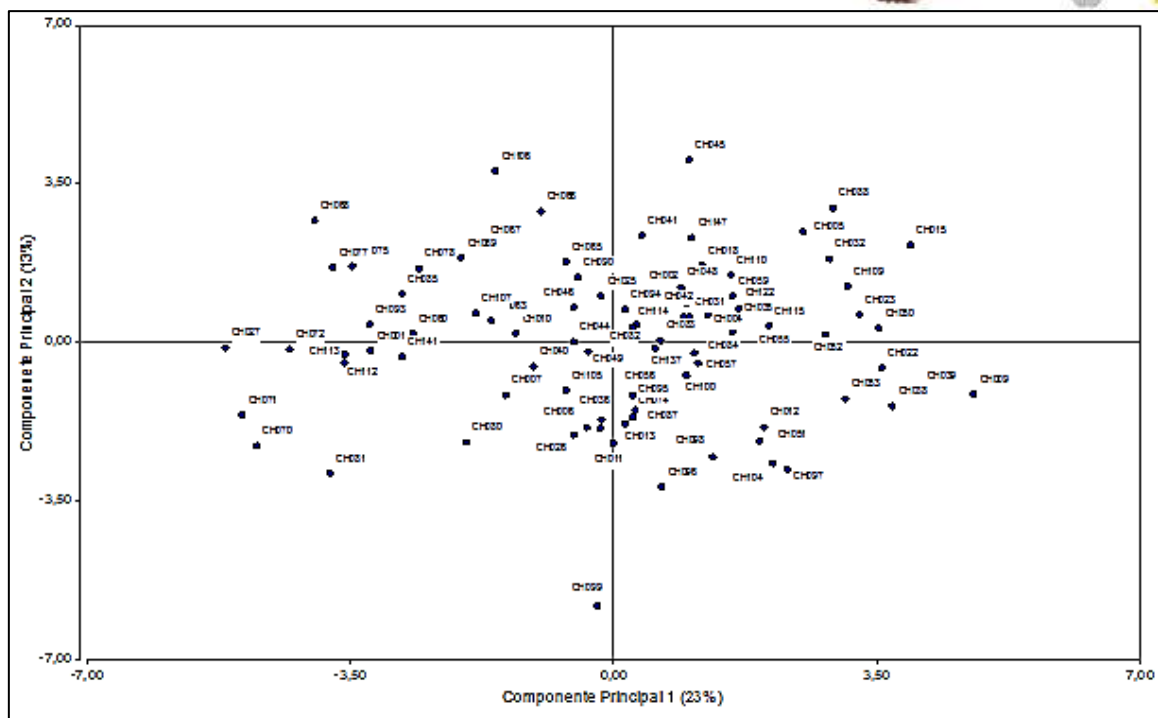
## Análisis de Componentes Principales

Según el análisis de componentes principales (**Tabla 7**) el primer componente explicó el 23,00% de la variabilidad, el segundo el 13,00%, lo cual acumulado representó el 36,00% de la variabilidad total.

**Tabla 7.** Autovalores y variabilidad explicada por los Componentes Principales de caracteres para la caracterización de la colección de higuera. EEP. 2018.

Lambda	Valor	Proporción	Prop. acum.
1	5,41	0,23	0,23
2	3,00	0,13	0,36
3	2,35	0,10	0,46
4	1,92	0,08	0,54
5	1,75	0,07	0,61
6	1,33	0,06	0,67
7	1,20	0,05	0,72
8	1,00	0,04	0,76
9	0,95	0,04	0,80
10	0,84	0,03	0,83
11	0,72	0,03	0,86
12	0,64	0,03	0,89
13	0,59	0,02	0,91
14	0,42	0,02	0,93
15	0,39	0,02	0,95
16	0,35	0,01	0,96
17	0,28	0,01	0,97
18	0,23	0,01	0,98
19	0,17	0,01	0,99
20	0,14	0,01	1,00

La representación gráfica espacial de los 4 grupos genéticos se observa en la **Figura 2**, la figura muestra el 36,00% de la variabilidad total basado en la comparación de 85 accesiones de la colección de higuera, teniendo así el primer componente principal explica el 23,00% de la variabilidad, mientras que el segundo componente principal explica el 13,00% de la variabilidad.



**Figura 2.** Distribución en plano definido por los dos primeros componentes basados en la comparación de 85 accesiones de la colección de higuierilla. EEP. 2018.

## Referencias

- Dullo, M., Hanson J., and Thormann, I. (2008). Guías para la regeneración de germoplasma: lineamientos generales y principios orientadores. En: Dullo M.E., Hanson J., editors. Crop specific regeneration guidelines (CD-ROM). CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP). Rome Italy. 7 pp.
- Duncan D B. (1975). T tests and intervals for comparisons suggested by the data. *Biometrics* 31:339-59.
- GOWER, J. (1967). A comparison of some methods of cluster analysis. *Biometrics* 23:623-637
- INIAP, (2014). Informe técnico anual. Departamento Manejo de suelo y agua, Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Ecuador. pp. 32.
- INIAP, (2015). Informe técnico anual. Programa de Agroenergía, Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Ecuador. pp. 28.
- Mendoza, H. (2012). Higuierilla (*Ricinus communis* L): Investigaciones realizadas Higuierillas. Guayaquil, Ecuador.
- Milani, M. (2008). Descriptores de mamona utilizados pela Embrapa Algodão. Embrapa Algodão. Documentos.
- Ward, J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Amer. Statist. Assoc.* 58:236-244.

**Actividad 3.** Caracterización física y química del aceite de piñón de la línea CP052 y CP054 cosechada con diferentes grados de maduración.

**Responsable:** Ing. Q. Wilmer Ponce Saltos (Responsable del Laboratorio de Bromatología y calidad).

**Colaboradores:** Ing. Agrop. Joffre Pincay Menéndez (Programa de Agroenergía).

### Antecedentes

Esta actividad fluye a través del protocolo “Validación y ajuste de tecnologías para la obtención y uso del aceite de piñón como combustibles, y aprovechamiento de los subproductos”, que dentro de sus actividades es realizar estudios de diferentes grados de maduración.

El aceite contenido en las semillas de piñón presentan diferentes estados de calidad mediante diferentes grados de maduración (Garay et al., 2012) al momento de cosechar, en el presente estudio, se observan diferencia en el % de ácidos grasos libres, índice de saponificación, índice de Iodo, índice de Peróxidos, densidad relativa a diferentes temperaturas y viscosidad cinemática.

### Objetivos

Determinar las características Físicas y Químicas del Aceite de Piñón (*Jatropha curcas* L.) de la línea CP052 y CP054 con diferentes grados de Maduración.

### Metodología

#### Análisis estadísticos

Se realizó en un diseño completamente al azar con Tukey al 95% con el software Infostat, pero, los resultados

#### Método de análisis

% Ácidos Grasos Libres (AOCS Ca 5a-40), Índice de Saponificación (Índice de Koettstorfer), Índice de Iodo (AOCS Cd 1-25), Índice de Peróxidos (AOCS Cd 8-53). Determinación de la Densidad Relativa (Método del Picnómetro) NTN INEN 0035:2012. Viscosidad Cinemática ASTM D-445.

**Ácidos Grasos Libres:** Se realizó mediante la norma AOCS Ca 5a-40, que consiste en tomar 7g de muestra, se agregan 50 ml de etanol neutralizado y con calentamiento hasta ebullición, se neutraliza con Na OH o K OH al 0.1N valorizado, mediante la fórmula que vamos a presentar a continuación, se realiza el índice de acidez en ácido oleico:

$$\text{Índice de Acidez} = (C \times N \times 28,2) / PM \times 1,99$$

**C=** Consumo

**N=** Normalidad.

**PM=** Peso de Muestra.

**28.2=** Factor de ácido oleico.

**Índice de Saponificación:** Se pesaron alrededor de 2.5 g de grasa, se agregan 25 ml de KOH 0.5N en alcohol, se pasó a un condensador de reflujo durante 30 minutos, se enfría, y procedió

a titular con HCl 0.5N, se toma el consumo con su respectivo Blanco, con la siguiente fórmula:

$$\text{Índ.Sap.} = ((V_b - V_m) \times N \times 56.1) / PM$$

**V<sub>b</sub>**: volumen de HCl 0,5 N gastado para titular el blanco.

**V<sub>m</sub>** = volumen de HCl 0,5 N gastado para titular la muestra.

**C** = índice de Yodo

**Índice de Iodo:** Se realizó mediante la norma AOCS Cd 1-25, el índice de yodo es una medida del grado de insaturación (números de dobles enlaces) de las grasas. Define como los gramos de yodo absorbidos por 100 g de grasa. Para su determinación la AOCS recomienda el método de Wijs. Se pesa aproximadamente 0.2g en una fiola, se agrega 10 ml de Cloroformo y 10 ml de solución Wijs, se deja reposar en un lugar oscuro durante 30 minutos, luego se añade 5ml de KI al 15% y 100 ml de agua, después se titula con Tiosulfato de sodio 0.1N, y como indicador 1 ml de solución en alcohol de almidón al 5%.

$$\text{Índ.Iodo.} = ((V_b - V_m) \times N \times 56.1) / PM$$

**V<sub>b</sub>**= volumen gastado para el blanco.

**V<sub>m</sub>**= Volumen gastado para titular la muestra.

**N**= Normalidad.

**PM**= Peso de Muestra

**Índice de Peróxidos (AOCS Cd 8-53):** Indica en que extensión ha experimentado el aceite la rancidez oxidativa. Se define como mili equivalente de peróxido por Kg de grasa.

Se pesan 30 ml de Ácido acético/cloroformo, se añade 0.5 ml de solución saturada de KI, se reposan 2 minutos en la oscuridad y se agregan 30 ml de agua, titular con Tiosulfato de sodio, y como indicador solución alcohólica de almidón al 1%.

$$\text{Índ.Peróxidos.} = (V \times N \times 1000) / PM$$

**V<sub>b</sub>**= volumen gastado para el blanco.

**V<sub>m</sub>**= Volumen gastado para titular la muestra.

**N**= Normalidad.

**PM**= Peso de Muestra

**Aceites y Grasas de origen animal y vegetal. Determinación de la Densidad Relativa (Método del Picnómetro) NTN INEN 0035:2012.**

### 1.-) Pesada del picnómetro.

Pesar en la balanza analítica, con precisión de 0.000 1 g, el picnómetro vacío, limpio y seco, conjuntamente con sus partes (termómetro incorporado o tapón, según sea el caso). Registrar el resultado como m0.

### 2.-) Pesada del agua destilada.

Llenar completamente el picnómetro limpio y seco con agua destilada recién hervida y enfriada a 20 °C, y sumergirlo en un baño de agua incorporado o el tapón, según sea el caso, evitando la inclusión de burbujas de aire, y secar el exterior del picnómetro con papel absorbente adecuado. Pesarlo en la balanza analítica, con precisión de 0.000 1 g y registrar el resultado como m1.

### 3.-) Pesada de la muestra.

Se procede como se indica en el apartado 1 , reemplazando el agua por la muestra de ensayo preparada según se indica en el apartado 2. Registrar el resultado como m2.

**Viscosidad Cinemática ASTM D-445:** Se usó el viscosímetro de Ostwald que consiste en introducirlo en un baño maría, y con un termómetro externo se señala la temperatura deseada (40°C) donde se carga aproximadamente 12.2 ml de muestra y se mantiene durante 10 minutos antes de iniciar con el tiempo en segundos que genera la corrida de la muestra, culminado el ensayo, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\vartheta = Cxt$$

$\vartheta$ : Viscosidad cinemática, en mm<sup>2</sup>/s

C: Constante de Calibración del Viscosímetro en mm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

t: Tiempo de flujo en segundos

\***AOCS:** American Oil Chemists' Society.

### Resultados

En relación cáscara-semilla de ingreso de la Línea CP052 en diferentes grados de maduración en la tabla 8, la semilla de mayor peso porcentual es el estado seco con 68.39%, seguido del sobremaduro 66.49%, maduro 64.14% y pintón 37.43%. Así mismo es el % de extracción de aceite por solvente, donde el maduro es de mayor peso porcentual con 33.94% de aceite, seguido de 31.40% de sobremaduros, 29.37% de maduro y 27.90% de pintón.

**Tabla 8.** Ingreso del fruto de piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la línea CP052 en diferentes grados de maduración para la extracción del aceite. EEP. 2018

Grado de Madurez	%Cáscara	%Semilla	% Humedad	% Extracción de Aceite
<b>Pintón</b>	62,57	37,43	78,78	27,90
<b>Maduro</b>	35,86	64,14	77,84	33,94
<b>Sobremaduros</b>	33,51	66,49	68,81	31,40
<b>Seco</b>	31,61	68,39	38,51	29,37

En la tabla 9, la relación cáscara-semilla de ingreso de la Línea CP054 en diferentes grados de maduración, la semilla de mayor peso porcentual es el estado seco con 63.85%, seguido del sobremaduro 62.21%, maduro 60.51% y pintón 35.77%. Así mismo es el % de extracción de aceite por solvente, donde el seco es de mayor peso porcentual con 34.70% de aceite, seguido de 34.15% de maduros, 30.52% de pintón y 27.90% de sobremaduros.

**Tabla 9.** Ingreso del fruto de piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la línea CP054 en diferentes grados de maduración para la extracción del aceite. EEP. 2018

Grado de Madurez	%Cáscara	%Semilla	% Humedad	% Extracción de Aceite
<b>Pintón</b>	64,23	35,77	79,19	30,52
<b>Maduro</b>	39,49	60,51	75,85	34,15
<b>Sobremaduros</b>	37,79	62,21	70,18	27,90
<b>Seco</b>	36,15	63,85	35,55	34,70

De acuerdo al análisis estadístico realizado a la línea CP052 hubo significación estadística en índice de peróxidos e índice de acidez. El índice de yodo, índice de saponificación y viscosidad cinemática de cada grado de maduración no hay significancia estadística en cada grado de maduración.

Conforme a Intervalos de confianza de Tukey del 95%, se establecieron 3 rangos de significancia estadística en el índice de peróxidos, siendo el seco que tiene un mayor índice de peróxidos de 1,39 miliequivalente de peróxido sobre kilogramo de muestra de aceite, seguido de frutos maduros (0,87 Meq de peróxido/Kg muestra) frutos pintones y sobremaduros (0,66 Meq de peróxido/Kg muestra). Respecto al índice de acidez, hay dos rangos de significancia estadística, siendo el fruto pintón el de mayor contenido con 3,57 mg de Hidróxido de Potasio por cada gramo de muestra de aceite, seguido de los frutos maduros y sobremaduros (1,53 mg KOH/g), finalmente los frutos secos (1,03 mg KOH/g). En el índice de Iodo no hubo significancia estadística, pero si frutos de mayor contenido de dobles enlaces, el frutos pintón (113,44 g IODO/100g) seguido de frutos sobremaduros (112,77 g IODO/100g), frutos secos (110,41 g IODO/100g) y frutos maduros (106,28 g IODO/100g). En el índice de saponificación no hubo significancia estadística, siendo el fruto seco que por cada gramo de aceite de piñón (*Jatropha curcas* L.) se necesitan 201.03 mg de hidróxido de potasio, continuando con frutos sobremaduros con 199,16 mg KOH/g, frutos maduros de 186,82 mg KOH/g y frutos pintones con 180,46 mg KOH/g. En la viscosidad cinemática no hubo rangos de significancia estadística, en donde el aceite del fruto sobremaduro es de 32,62 mm<sup>2</sup>/s, seguido del fruto seco con 32,44 mm<sup>2</sup>/s, 32,05 del fruto pintón 32,05 mm<sup>2</sup>/s y 31,88 mm<sup>2</sup>/s de frutos sobremaduros.

**Tabla 10.** Estudios físicos químicos del aceite de piñón (*Jatropha Curcas* L) de la Línea CP052 en diferentes grados de maduración. EEP. 2018

Estado de Maduración	Índice de Peróxidos	Índice de Acidez	Índice de IODO	Índice de saponificación	Viscosidad Cinemática
Unidades	Meq de peróxido/Kg muestra.	(mg KOH/g)	g IODO/100g	(mg KOH/g)	mm <sup>2</sup> /s
Frutos Pintones	0,66b	3,57a	113,44a	180,46a	32,05a
Frutos Maduros	0,87ab	1,53b	106,28a	186,82a	31,88a
Frutos Sobremaduros	0,66b	1,53b	112,77a	199,16a	32,62a
Frutos Secos	1,39a	1,03b	110,41a	201,03a	32,44a

abc: Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey  $p > 0,05$ .

De acuerdo al análisis estadístico realizado a la línea CP054 hubo significación estadística en todos los estudios físicos químicos del aceite de piñón en cada grado de maduración (tabla 11).

En la tabla 11, conforme a Intervalos de confianza de Tukey del 95%, se establecieron 4 rangos de significancia estadística en el índice de peróxidos, siendo el seco que tiene un mayor índice de peróxidos de 2,18 miliequivalente de peróxido sobre kilogramo de muestra de aceite, seguido de frutos sobremaduros maduros (1,32 Meq de peróxido/Kg muestra),

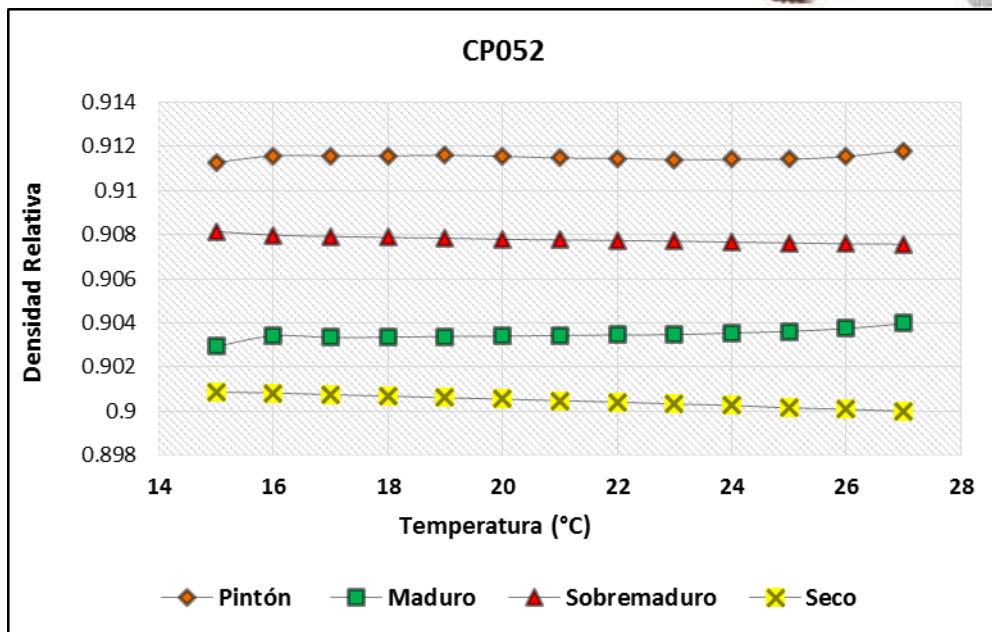
luego los frutos pintones (0.66 Meq de peróxido/Kg muestra) y finalmente los frutos maduros con un valor de 0,44 Meq de peróxido/Kg muestra. Respecto al índice de acidez, hay tres rangos de significancia estadística, siendo el fruto sobremaduro el de mayor contenido con 0,38 mg de Hidróxido de Potasio por cada gramo de muestra de aceite, seguido de los frutos secos (0,33 mg KOH/g), seguido de los frutos pintones mg KOH/g y con 0,25 mg KOH/g finalmente los frutos maduros. En el índice de Iodo hay tres rangos de significancia estadística, los frutos con mayor contenido de dobles enlaces, los frutos secos (116,63 g IODO/100g) seguido de frutos sobremaduros (110,03 g IODO/100g), los frutos pintones (104,01 g IODO/100g) y frutos maduros (92,15 g IODO/100g). En el índice de saponificación hubo tres rangos de significancia estadística, siendo los frutos secos que por cada gramo de aceite de piñón (*Jatropha curcas* L.) se necesitan 178,96 mg de hidróxido de potasio, continuando con frutos maduros con 177,46 mg KOH/g, los frutos pintones de 176,72 mg KOH/g y frutos sobremaduros con 172,23 mg KOH/g. En la viscosidad cinemática hubieron dos rangos de significancia estadística, en donde el aceite del fruto sobremaduros emitieron resultados de 31,91 mm<sup>2</sup>/s, seguido de los frutos maduros con 31,89 mm<sup>2</sup>/s, los frutos pintones 30 mm<sup>2</sup>/s y 29,75 mm<sup>2</sup>/s de frutos secos.

**Tabla 11.** Estudios físicos químicos del aceite de piñón (*Jatropha Curcas* L) de la Línea CP054 en diferentes grados de maduración. EEP. 2018

Estado de Maduración	Índice de Peróxidos	Índice de Acidez	Índice de IODO	Índice de saponificación	Viscosidad Cinemática
Unidades	Meq de peróxido/Kg muestra.	(mg KOH/g)	g IODO/100g	(mg KOH/g)	mm <sup>2</sup> /s
Frutos Pintones	0,66c	0,28ab	104,01ab	176,72ab	30,00b
Frutos Maduros	0,44d	0,25b	92,15b	177,46ab	31,89a
F.Sobremaduros	1,32b	0,38a	110,03a	172,23b	31,91a
Frutos Secos	2,18a	0,33ab	116,63a	178,96a	29,75b

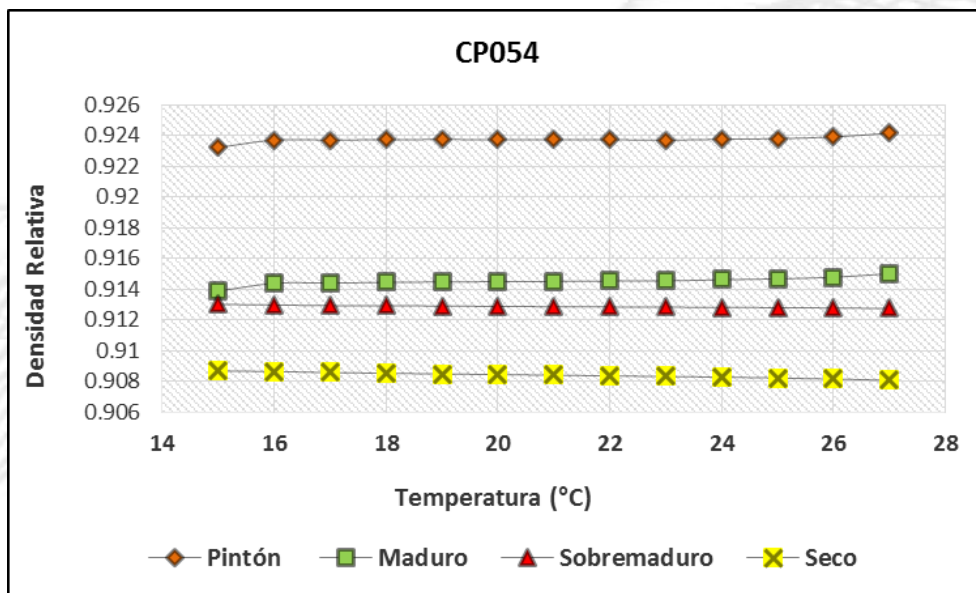
abc: Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey  $p > 0,05$ .

El aceite de los granos de piñón (*Jatropha curcas* L.) de la Línea CP052 de los frutos pintones, presenta mayor densidad relativa en las escalas de temperatura desde 15 a 27°C de rangos de 0,9112 a 0,9118 respectivamente como lo indica el figura 3, mientras en los frutos maduros presentan valores de 0,9029 a 0,9039 desde los 15 a 27°C, en los frutos sobremaduros 0,9081 a 0,9075 desde los 15 a 27°C y en los frutos secos 0,9009 a 0,9000 desde los 15 a 27°C.



**Figura 3.** Densidad Relativa con diferentes niveles de temperatura en cada grado de maduración del piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la Línea CP052. EEP. 2018

El aceite de los granos de piñón (*Jatropha curcas L.*) de la Línea CP054 de los frutos pintones, presenta mayor densidad relativa en las escalas de temperatura desde 15 a 27°C de rangos de 0,9232 a 0,9242 respectivamente como lo indica el gráfico 4, mientras en los frutos maduros presentan valores de 0,9139 a 0,9150 desde los 15 a 27°C, en los frutos sobremaduros 0,9130 a 0,9127 desde los 15 a 27°C y en los frutos secos 0,9086 a 0,9080 desde los 15 a 27°C.



**Figura 4.** Densidad Relativa con diferentes niveles de temperatura en cada grado de maduración del piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la Línea CP054. EEP. 2018

### Conclusiones

En el ingreso del fruto de piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la línea CP052 y CP054 en diferentes grados de maduración para la extracción del aceite, el mayor contenido de cáscara y humedad



es el fruto pintón, el mayor porcentaje de semilla están el fruto seco. El % de extracción de aceite en los frutos maduro en la línea CP052 y CP054.

El mayor contenido de índice de peróxido se obtuvo en los frutos secos de la línea CP052 y CP054.

En el índice de acidez, el mayor consumo de mg de hidróxido de potasio en un gramo de aceite lo obtuvieron los frutos pintones de la línea CP052 y los frutos sobremaduros en la línea CP054.

Los frutos con mayor contenido de dobles enlaces referente al índice de Iodo son los frutos pintones en la línea CP052, mientras en la línea CP054 son los frutos secos.

Los frutos secos de la línea CP052 y CP054 alcanzaron un elevado índice de saponificación en relación a los otros grados de maduración.

Los valores arrojados en la viscosidad cinemática en los frutos sobremaduros sobresalen a los otros estados de maduración tanto en la línea CP052 y CP054.

En la densidad relativa, tanto en las líneas CP052 y CP054, resalta los frutos pintones en relación a los demás estados de maduración.

## Referencias

- AOCS Ca 5a-40. (2009). Ácidos grasos libres, métodos oficiales y prácticas recomendadas de la American Oil Chemists Society, 6ta. edición, EE. UU.
- AOCS Cd 8-53. (2009). Valor del peróxido. Método del ácido acético-cloroformo, métodos oficiales y prácticas recomendadas de la American Oil Chemists' Society, 6ta Edición, EE. UU.
- AOCS Cd 1-25.(2009). Índice de iodo (Wijs). Métodos oficiales y prácticas recomendadas de la American Oil Chemists' Society, 6ta Edición, EE. UU
- ASTM International. D- 445. (2017). Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity). West Conshohoken, United States.
- Garay, R., Hidalgo, E., Alegría, J. A., y Mendieta, O. (2012). Determinación de Periodos Fisiológicos en la Maduración y Calidad del Aceite de Piñón Blanco (*Jatropha curcas* L.). Información tecnológica, 23(4), 53-64.
- Norma Técnica Ecuatoriana. INEN 0035. (2012). Determinación de la densidad relativa (método del picnómetro).
- Remmele, E., y Thuneke, K. (2007, May). Pre-standard DIN V 51605 for rapeseed oil fuel. In 15th European Biomass Conference & Exhibition. Berlin, Germany2007 (pp. 2612-3).
- Rodriguez J. Química y análisis químico. Índice de saponificación (Índice de Koettstorfer) pag. 233.ISBN:978-84-15884-57-6.

**Actividad 4.** Obtención de un aceite vegetal formulado para uso como bioplaguicida.

**Responsables:** Ing. Q. Wilmer Ponce Saltos / Ing. Joffre Pincay Menéndez.

**Colaboradores:**

Ing. Gloria Cobeña Mg. Sc. (Programa Yuca-Camote).

Dr. Iván Samaniego. (Depart. Nutrición y Calidad Estación Experimental Santa Catalina).

Srta. Annabelle Cedeño Giler (Universidad Técnica de Manabí).

Srta. Pamela Cruzatty Arteaga (Universidad Técnica de Manabí).

**Antecedentes**

La utilización de plaguicidas botánicos en la protección de los cultivos es una alternativa de control de plagas, que puede minimizar el uso de pesticidas sintéticos (Prakash *et al.*, 2008). Los primeros reportes de uso de los plaguicidas sintéticos se da a principio del siglo XX (Casida y Quistad, 1998); usándose de forma indiscriminada, lo que ha provocado disturbios al ambiente, resurgimiento de plagas y estos con resistencia a los pesticidas (Silva *et al.*, 2002). Los bioplaguicidas surgen en el siglo XXI tratando de encontrar una alternativa “limpia” para el control de plagas y reducir el uso de los plaguicidas sintéticos, dado que muchas plantas son capaces de reaccionar con metabolitos secundarios que actúan como tóxicos contra las plagas que se quiera combatir; con la ventaja de no tener un efecto residual (Bravo *et al.*, 2010).

Entre los plaguicidas biológicos, están los aceites vegetales, que se han utilizado para controlar plagas. Para un eficiente control, estos aceites vegetales requieren de un emulsificante que permita formar una emulsión, capaz de ser usado en aplicación directa o mediante dilución con agua (Yúfera y Carrasco, 1976). El estudio de los emulsificantes es fundamental, ya que permiten coadyuvar el agua con el aceite vegetal, que son componentes esenciales de la formulación de los bioplaguicidas (Chávez *et al.*, 2014).

Hay especies vegetales que no intervienen en la seguridad alimentaria y crecen en zonas secas, de donde se pueden obtener aceites que tienen atributos de interés en la agroindustria de bioinsumos, una de ellas el piñón *Jatropha curcas* L. (Euforbiácea), se desarrolla desde cerca del nivel del mar hasta los 1500 m.s.n.m. (Mendoza *et al.*, 2008), cuyo aceite contenido en sus semillas es utilizado como biocombustible y bioinsecticida, ya que posee ésteres de forbol en su estructura lipídica (Ratnadass, *et al.* 2012).

Boateng y Kusi (2008), realizaron experimentos con aceite de piñón para el control del escarabajo de la semilla *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera) y su Parasitoide, *Dinarmus basalis* (Hymenoptera) en silos de granos de Caupí, mostrando actividad repelente.

Otra especie es la Higuera *Ricinus communis* L. (Euforbiácea). Su aceite extraído de las semillas, tiene propiedades insecticidas y se debe a su composición química como el Trans-2,8-dimetil-1,1-bis (metiltio)-2-phenil-1,2-diidroazeto (2,1-b) quinazolina (Ramos, 2015), este mismo autor ha reportado el uso de este insecticida biológico para eliminar moscas, cucarachas y mosquitos.

Existen trabajos realizados en la Estación Experimental Portoviejo, sobre aceites vegetales formulados como bioplaguicidas como *screening*, generando resultados promisorios.

**Objetivos****Objetivo General**

Obtener un aceite vegetal formulado para potencial uso plaguicida.

**Objetivos Específicos**

- 1) Determinar la calidad del aceite de piñón e higuierilla antes y después de la filtración.
- 2) Evaluar el emulsificante ideal con diferentes dosificaciones para la formulación de aceite agrícola de piñón (*Jatropha curcas* L.) e higuierilla (*Ricinus communis* L.) para uso como bioplaguicida.

## Metodología

### Características del sitio experimental

#### Ubicación

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Bromatología y Calidad de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP

#### Factores en estudio

Los factores en estudio se realizaron mediante el aceite que lleva *si* y *no* el sistema de filtración, en piñón se usa las dosificaciones 2, 4 y 6% de emulsificante por ser menos viscoso y denso, en cambio el de higuierilla 6, 8 y 10% por ser más denso y viscoso.

	<b>Piñón</b>	<b>Higuierilla</b>
<b>Factor A: Filtración</b>	a1:No	a1:No
	a2: Si	a1: Si
<b>Factor B: Emulsificantes</b>	b1:Nonil Fenol (4-(2,4-di metil-3 heptanil) fenol)	b1:Nonil Fenol (4-(2,4-di metil-3 heptanil) fenol)
	b2:Tween 85 (trioleato de sorbitán y polioxietileno)	b2:Tween 85 (trioleato de sorbitán y polioxietileno)
	b3:Tween 20 (Monolaurato de sorbitán y polioxietileno)	b3:Tween 20 (Monolaurato de sorbitán y polioxietileno)
<b>Factor C Dosificaciones</b>	c1:2%	c1:6%
	c2: 4%	c2:8%
	c3:6%	c3:10%
<b>Testigo</b>	Agua + Aceite filtrado y no filtrado	Agua + aceite filtrado y no filtrado

#### Unidad experimental

Contenido de vidrio con agua más el aceite de piñón e higuierilla formulado.

#### Tratamientos a evaluar

##### Piñón

<b>Tratamientos</b>	<b>Factores</b>	<b>Interacciones</b>
1	a1b1c1	No filtrado + Nonil fenol + 2%
2	a1b1c2	No filtrado + Nonil fenol + 4%
3	a1b1c3	No filtrado + Nonil fenol + 6%
4	a1b2c1	No filtrado + Tween 85 + 2%
5	a1b2c2	No filtrado + Tween 85 + 4%
6	a1b2c3	No filtrado + Tween 85 + 6%
7	a1b3c1	No Filtrado + Tween 20 + 2 %
8	a1b3c2	No filtrado + Tween 20 + 4%
9	a1b3c3	No Filtrado + Tween 20 + 6%
10	a2b1c1	Filtrado + Nonil fenol + 2%

11	a2b1c2	Filtrado + Nonil fenol + 4%
12	a2b1c3	Filtrado + Nonil fenol + 6%
13	a2b2c1	Filtrado + Tween 85 + 2%
14	a2b2c2	Filtrado + Tween 85 + 4%
15	a2b2c3	Filtrado + Tween 85 + 6%
16	a2b3c1	Filtrado + Tween 20 + 2 %
17	a2b3c2	Filtrado + Tween 20 + 4%
18	a2b3c3	Filtrado + Tween 20 + 6%

### Higuerilla

Tratamientos	Factores	Interacciones
1	a1b1c1	No filtrado + Nonil fenol + 6%
2	a1b1c2	No filtrado + Nonil fenol + 8%
3	a1b1c3	No filtrado + Nonil fenol + 10%
4	a1b2c1	No filtrado + Tween 85 + 6%
5	a1b2c2	No filtrado + Tween 85 + 8%
6	a1b2c3	No filtrado + Tween 85 + 10%
7	a1b3c1	No Filtrado + Tween 20 + 6%
8	a1b3c2	No filtrado + Tween 20 + 8%
9	a1b3c3	No Filtrado + Tween 20 + 10%
10	a2b1c1	Filtrado + Nonil fenol + 6%
11	a2b1c2	Filtrado + Nonil fenol + 8%
12	a2b1c3	Filtrado + Nonil fenol + 10%
13	a2b2c1	Filtrado + Tween 85 + 6%
14	a2b2c2	Filtrado + Tween 85 + 8%
15	a2b2c3	Filtrado + Tween 85 + 10%
16	a2b3c1	Filtrado + Tween 20 + 6 %
17	a2b3c2	Filtrado + Tween 20 + 8%
18	a2b3c3	Filtrado + Tween 20 + 10%

### Materiales y equipos.

Balanza analítica.

Cromatógrafo de gases con sus materiales de apoyo.

Espectrofotómetro Pharo 100.

Estufa de convección forzada marca PRECISION.

Materiales de vidrio básico de laboratorio.

Microscopio Labomed Lx 500.

Multiparamétrico Bante 901 (conductímetro, pH, TDS y temperatura).

Plancha de calentamiento y agitación marca IKA.

Prensa hidráulica manual de 15 toneladas con cilindro tipo filtro.

Viscosímetro de Cannon-Fenske.

### Reactivos.

Ácido cítrico; Ácido Clorhídrico; Agua destilada, Buffer pH 4.01, pH 7 y pH 10.01; Cloruro de Potasio; Etanol absoluto; Fenolftaleína; Fosfato di ácido de Potasio; Hidróxido de Potasio; Reactivos para análisis cromatográfico (Estándar FAME, Hexano, agua bidestilada etc.); Sulfato de Zink.

### Diseño experimental

Los valores paramétricos serán sometidos a un Diseño Completamente al Azar con un arreglo factorial de  $A \times B \times C + 2$ .

### Análisis estadístico

Los datos de las variables Viscosidad Cinemática, Conductividad eléctrica, Índice de Actividad emulsionante, Índice de Estabilidad Emulsionante se analizaron mediante el paquete estadístico Infostat en gráfico de barras; para determinar las diferencias entre las medias se utilizará la prueba de tukey al 5% de probabilidades.

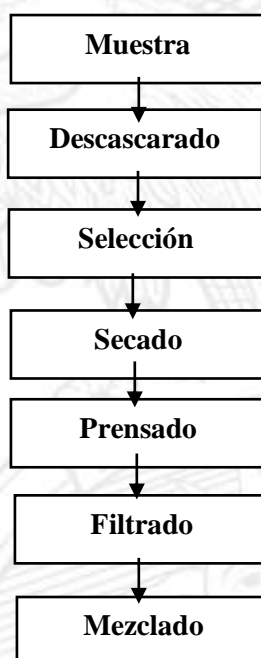
### Análisis de Varianza

#### Piñón / Higuera

Fuentes de variación	GI
Total	59
Tratamientos	19
Factor A: Filtración	1
Factor B: Emulsificantes	2
Factor C: Dosis de emulsificantes	2
Filtración x Emulsificante	2
Filtración x dosis	2
Emulsificantes x dosis	4
Filtración x emulsificante x dosis	4
Testigo	1
Testigo + Filtración	1
Error E	40

### Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

La recepción de la materia prima se lo realizó en saco de polietileno, el manejo del experimento se lo va a realizar mediante dos fases: Fase I proceso de extracción de aceite y fase II Mezclado de los emulsionantes.



**Figura 5.** Diagrama de proceso de obtención de aceite de Piñón (*Jatropha curcas* L.)

### Proceso de extracción

El proceso de la materia prima de piñón e higuerilla, se va a realizar mediante los métodos de extracción por Rosseto et al. (2012) y Zambrano et al. (2015) en donde se efectúan:

#### Descascarado, selección y secado de granos

Se seleccionan aleatoriamente los granos de las muestras, después de ser descascarados, en el caso de las semillas de piñón e higuerilla se recoge 3 kg por triplicado y luego secado, la humedad se retira en una estufa de 101 a 105 °C durante el tiempo necesario, hasta que el peso de la muestra permanezca constante entre los dos pesajes.

#### Prensado

El prensado manual se realizará en una extractora discontinua o hidráulica con máximo 15 toneladas de presión en frío (Zambrano et al. 2015), así mismo otra muestra con la extractora mecánica continua tipo expeler con una capacidad de 80-100 Kg/h de semilla (Carrión y Castro, 2008). Ambas emitirán aceites con presencia de gomas (fosfátidos).

#### Filtrado y Desgomado

Una vez extraído el aceite, la mitad del producto se deriva con el desgomado de estos dos aceites (higuerilla y piñón), que consiste en agregar ácido cítrico del 0,2 al 0,7 % a una temperatura entre 60 a 90 °C durante un tiempo de 5 a 20 minutos en condiciones normales (Serna y Cruz, 2011). En el laboratorio de Bromatología, se determinará mediante análisis químicos del aceite recién extraído (aceite crudo) y del aceite filtrado, donde se tomarán el Rendimiento que es el peso extraído del aceite de las especies en estudio. El Contenido de Fósforo que se realiza siguiendo la metodología AOCS Ca-12-55 aplicable a aceites vegetales, crudos, desgomados y refinado, determina la presencia de fosfátidos, se usa la espectrofotometría que consiste en pesar 3g de aceite, más 0,5g de Óxido de Zinc, se incinera a 550 a 600 °C, luego se agrega 5 ml de ácido clorhídrico, se filtra, y es tomada una alícuota, y a es en donde se agregan 5 mL de KOH al 50%, enrazar a 100 ml, y se toman 10 mL, adicionan 8 ml de Sulfato de Hidracina, y 2 mL de Molibdato de Sodio, se calienta en baño maría en 10 min +/- 30 S, para aforar con agua destilada y se procede a verificar el valor arrojado por el espectrofotómetro, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{PPM Fósforo} = 10(A-B) / (PM)$$

En el Índice de acidez se utilizará la metodología AOCS Ca-5a-40 que consiste en determinar los ácidos grasos libres existentes en una muestra de 7 gramos de aceite que se depositan en un matraz, añadiéndole 50 mL de alcohol absoluto y 2 ó 3 gotas de fenoltaleína agitando bien la mezcla y añadiéndole Hidróxido de Potasio (KOH) desde la bureta, gota a gota, hasta el aparecimiento y persistencia por 30 segundos del color rosa. Con los datos del volumen de KOH gastados, el factor del ácido graso (ácido oleico), la normalidad de KOH por el valor de 1.99 se calcula sobre el peso de muestra, se calcula el índice de acidez.

$$\text{Índice de Acidez} = \frac{CxN \times 28,2}{PM} \times 1,99$$

## Mezclado y Registro de datos:

El proceso de extracción de mayor rendimiento, con el aceite crudo o no filtrado (presencia de gomas) y refinado (filtrado), se procede a añadir los emulsificantes en diferentes dosificaciones hasta estabilizar, según Pearce y Kinsella (1978), Durán (2008), Kosegarten y Jiménez (2012), Chávez *et al.* (2014) se lo realiza mediante las siguientes variables:

**a) Viscosidad Cinemática:** se utiliza la ASTM D 445 (Viscosidad cinemática en líquidos opacos y transparentes) mediante un viscosímetro Cannon-Fenske, que es sumergido a 40°C indirectamente, donde se carga y genera la corrida de la muestra el tiempo en segundos, culminado el ensayo, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\vartheta = C \times t$$

$\vartheta$ : Viscosidad cinemática, en mm<sup>2</sup>/s

C: Constante de Calibración del Viscosímetro en mm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

t: Tiempo de flujo en segundos.

**b) Conductividad eléctrica (CE):** Mediante un conductímetro calibrado, se coloca la muestra mezclada, en las fracciones volumétricas determinadas por los emulsionantes, en donde se generan los resultados en mS/cm o  $\mu$ S/cm por fracción volumétrica de la emulsión (Chávez *et al.* 2014).

**c) Índice de Actividad emulsionante (IAE):** Se basa en la dispersión de luz y la turbidez ( $\gamma$ ) Pearce y Kinsella (1978) definieron el índice de actividad emulsionante (IAE) en m<sup>2</sup>/g y se calcula según la expresión:

$$IAE = \frac{2x\gamma}{\varnothing x C}$$

$\varnothing$ = fracción de volumen de fase aceite

C =concentración de la emulsión (mg/mL).

$\gamma$ : 2.303 Absorbancia a 500 nm/ l (longitud de la trayectoria).

**d) Índice de Estabilidad Emulsionante (IEE):** Para medir el índice de estabilidad se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$IEE = \frac{\gamma \Delta t}{\Delta \tau}$$

Donde:

$\Delta t$ : tiempo de almacenamiento (min).

$\Delta \gamma$ : es la variación de la turbidez.

## Resultados

### Fase I proceso de extracción de aceite

En la tabla 12 se observa el porcentaje de rendimientos de aceite de piñón e higuierilla respectivamente, en una prensa extractora manual de 15 toneladas de presión en frío.

**Tabla 12.** Rendimientos de extracción de Aceite de piñón e higuierilla. EEP-INIAP. 2018

Materia prima	%
Piñón	12,18
Higuierilla	20,08

Realizada la extracción, se procedió a realizar los análisis de calidad de índice de acidez y de fósforo antes y después del filtrado (metodología de Filtrado y Desgomado) como lo demuestra la tabla 13, en donde el aceite no filtrado de piñón e higuierilla tiene un valor inferior a 1 mg KOH/g de aceite y fosforo mayor a los 50 ppm, mientras el aceite filtrado, el piñón presenta un valor inferior al aceite filtrado de higuierilla, en el contenido de fósforo, los aceite de piñón e higuierilla presenta un valor inferior a los 10 ppm de fosfátidos presente en el aceite.

**Tabla 13.** Análisis de calidad de aceite no filtrado y filtrado de piñón e higuierilla.

Aceite	Tipo de Aceite	Índice de Acidez	
		(mg KOH)/g aceite	Fósforo (ppm)
Piñón	No Filtrado	0,08	69,7
Higuierilla		0,15	58,7
Piñón	Filtrado	0,92	7,3
Higuierilla		1,07	4,7

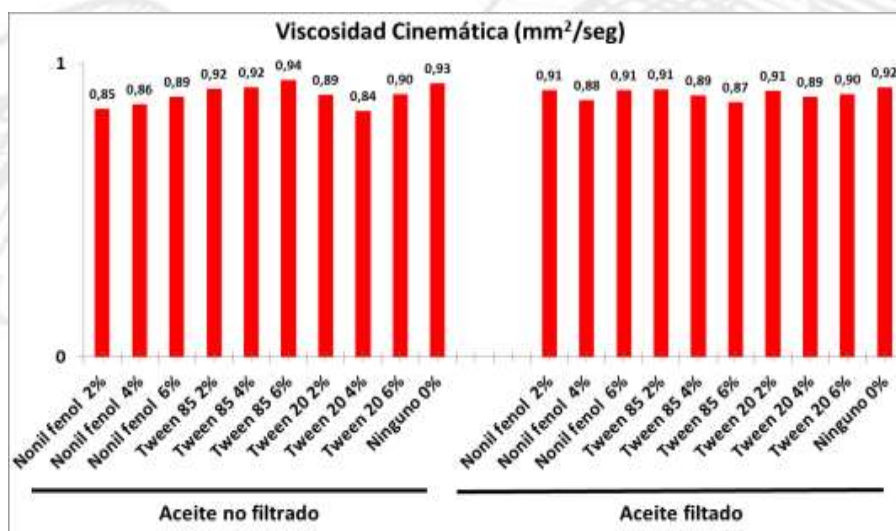
## Fase II

### Mezclado de los emulsionantes.

En esta fase se han obtenido resultados preliminares de viscosidad cinemática, conductividad eléctrica, índice de actividad emulsionante y pH.

## PIÑÓN

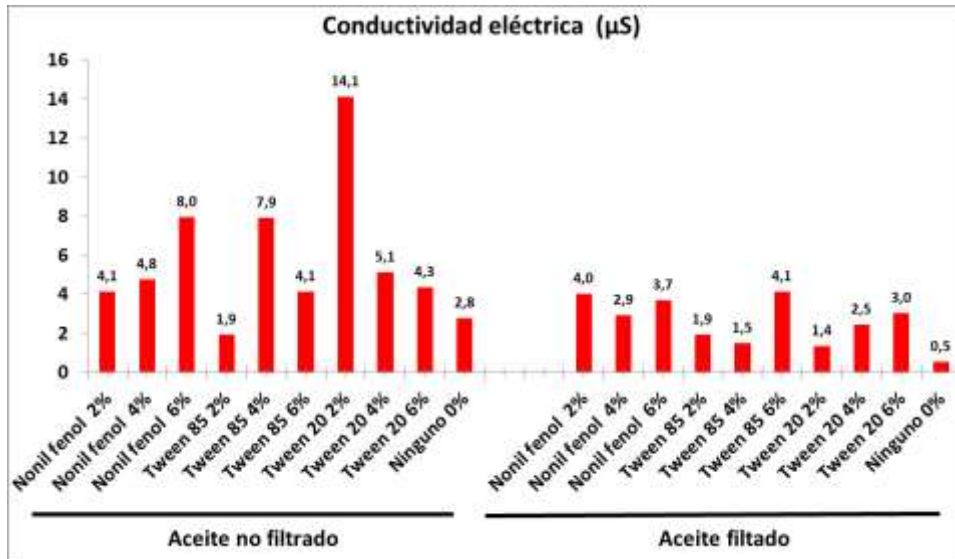
En la figura 4, la viscosidad cinemática es menor de 1 mm<sup>2</sup>/seg, en la mezcla aceite no filtrado más el 6% de Tween 85 emite un valor superior de 0,94 mm<sup>2</sup>/seg, mientras que la mezcla con el Tween 20 al 4% un resultado de 0,84 mm<sup>2</sup>/seg. En la mezcla con el aceite filtrado, sobresale el aceite filtrado sin emulsionante con un valor de 0.92 mm<sup>2</sup>/seg, en cambio la mezcla con Tween 85 al 6% genera un resultado de 0,87 mm<sup>2</sup>/seg.



**Figura 6.** Viscosidad cinemática de mezcla agua-aceite de piñón-emulsionante. EEP-INIAP. 2018

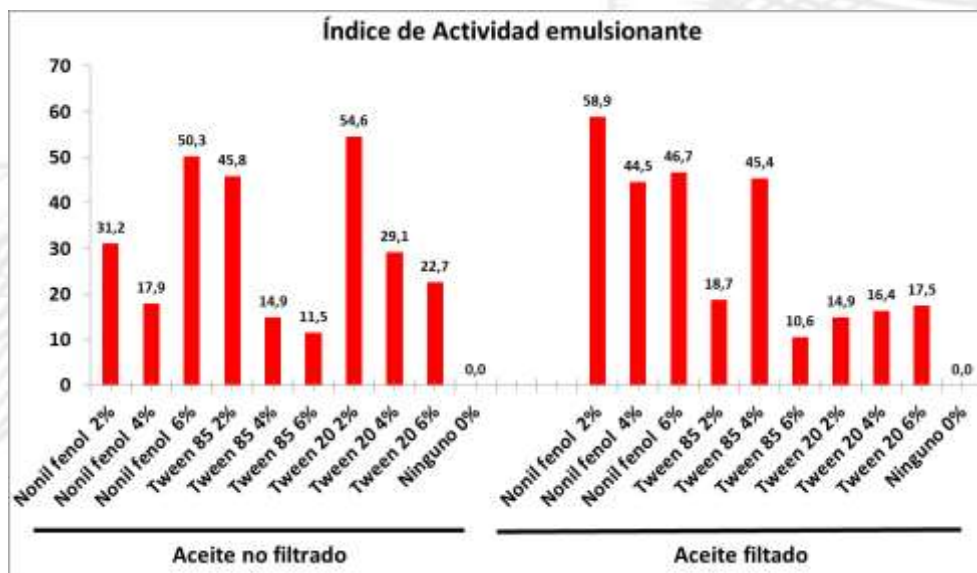


En la figura 7, la variable de la conductividad eléctrica sobresale la mezcla con aceite no filtrado con el Tween 20 al 2% con 14,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras la mezcla con el Tween 85 al 2% obtuvo un dato mínimo con 1,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La mezcla con el aceite filtrado, el emulsionante Tween 85 al 6% resalta con 4,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y el valor mínimo lo refleja la mezcla que no tiene emulsionantes con 0,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 7.** C.E de mezcla agua-aceite de piñón-emulsionante. EEP-INIAP. 2018

En el índice de actividad emulsionante (Figura 8), el emulsionante Tween 20 al 2% de dosificación con aceite no filtrado expone un dato de 54,6 y en el aceite filtrado, el emulsionante nonil fenol emite un valor de 58,9, tanto en el aceite filtrado como en el no filtrado, arrojan resultados de 0.



**Figura 8.** Índice de Actividad Emulsionante de mezcla agua-aceite de piñón-emulsionante.

En la figura 9, el pH del nonil fenol al 6% resalta con un resultado de 7,3, mientras que la mezcla aceite no filtrado con el emulsionante Tween 85 al 6% resulta con un valor de un pH de 4. En el aceite filtrado, sobresale la mezcla de nonil fenol al 2% con un pH de 8,4, el emulsionante Tween 85 al 4 y 6% comparten el mínimo valor con un pH de 4.

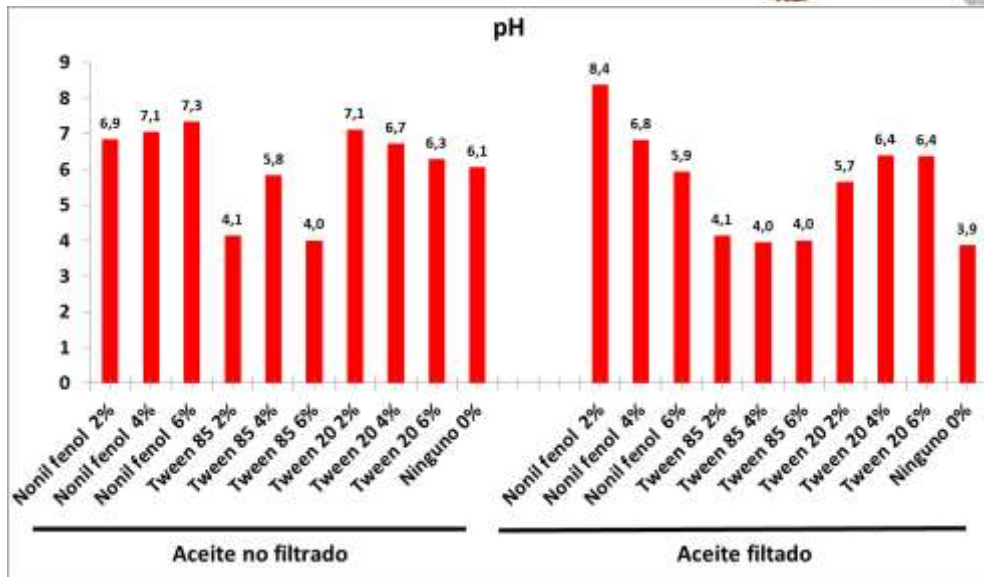


Figura 9. pH de mezcla agua-aceite de piñón-emulsificante.

### HIGUERILLA

En la viscosidad cinemática del aceite no filtrado de higuera (Figura 10), la ausencia de emulsificante emite un resultado de  $1,00 \text{ mm}^2/\text{seg}$ , mientras el que tiene menor viscosidad cinemática fue con el emulsificante Tween 20 al 6%. En el aceite filtrado de higuera, el emulsificante nonil fenol al 6% arroja un resultado de  $0,95 \text{ mm}^2/\text{seg}$ , el valor mínimo de  $0,8 \text{ mm}^2/\text{seg}$  en las tres dosificaciones de Tween 20 al 6, 8 y 10% respectivamente.

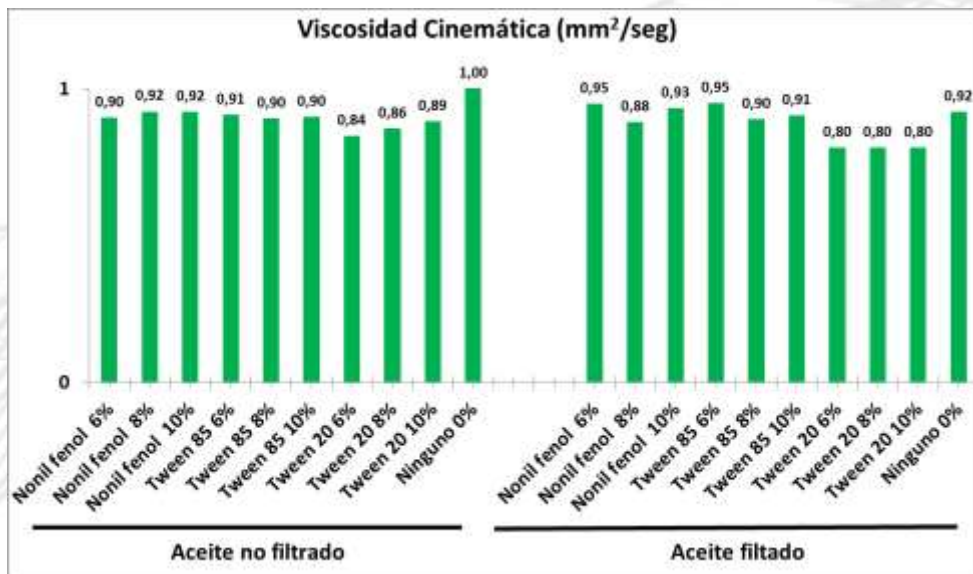
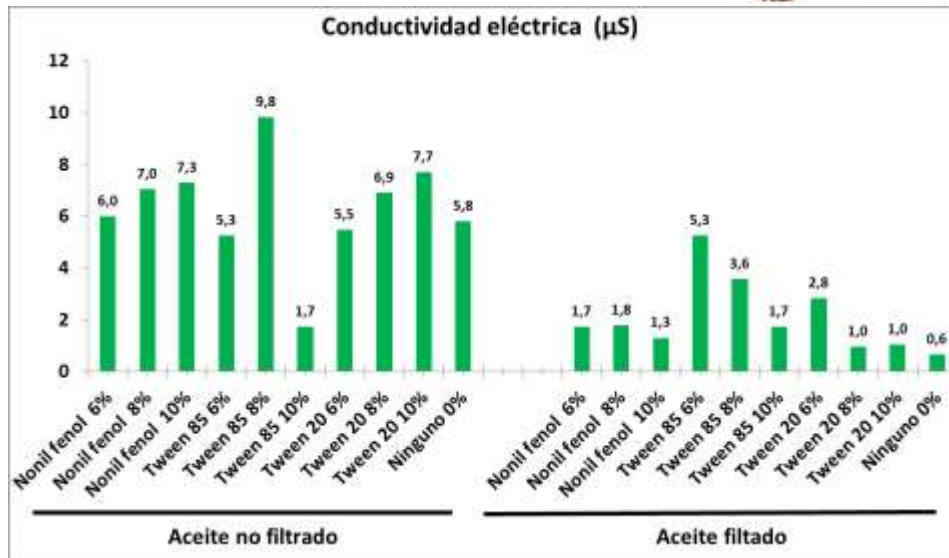


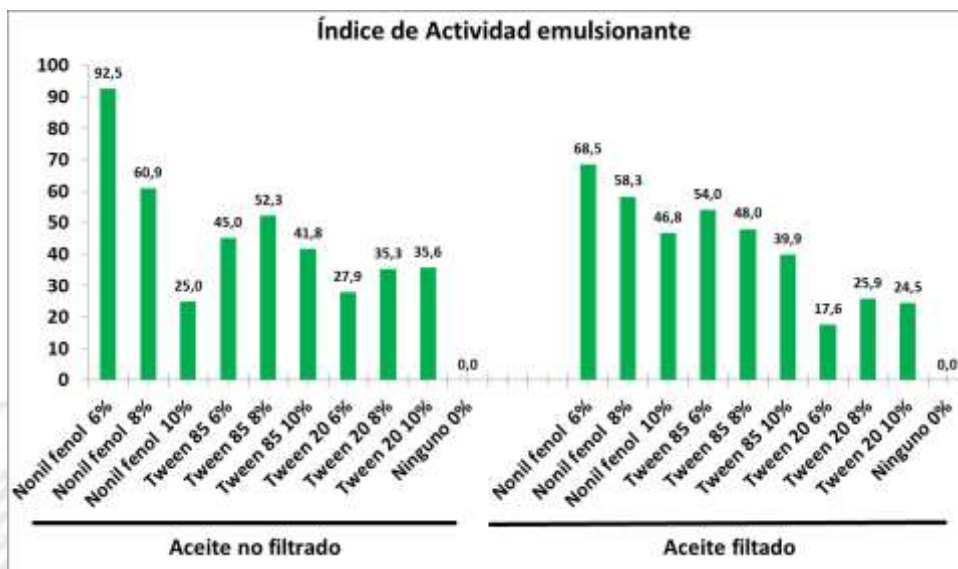
Figura 10. Viscosidad cinemática de mezcla agua-aceite de higuera-emulsificante.

En la Figura 11, la conductividad eléctrica del aceite no filtrado de higuera ha obtenido un dato de  $9,8 \mu\text{S}/\text{cm}$  con el emulsificante Tween 85 al 8% y con el mismo emulsificante al 10% con un resultado de  $1,7 \mu\text{S}/\text{cm}$ . En el aceite filtrado de higuera con el emulsificante Tween 85 al 6%, sobresale con un valor alto de  $5,3 \mu\text{S}/\text{cm}$  y el más bajo es el que no tiene emulsificante.



**Figura 11.** Conductividad eléctrica de mezcla agua-aceite de higuierilla-emulsionante.

En el Índice de Actividad Emulsionante (Figura 12), en el aceite no filtrado de higuierilla, el emulsionante nonil fenol al 6% tanto como no filtrado y filtrado, emiten resultados de 92,5 y 68,5 respectivamente, y así mismo en los valores mínimos, arrojan resultados de 0.



**Figura 12.** Índice de Actividad Emulsionante de mezcla agua-aceite de higuierilla-emulsionante

En la figura 13, el pH del Nonil fenol al 8% destaca con un resultado de 5,75, mientras que la mezcla aceite no filtrado con el emulsionante Nonil fenol al 6% Tween 85 al 8% produjo un valor de un pH de 3,89. En el aceite filtrado, sobresale la mezcla de Nonil fenol al 6% con un pH de 6,55, el emulsionante Tween 85 al 8 % el mínimo valor con un pH de 3,74.

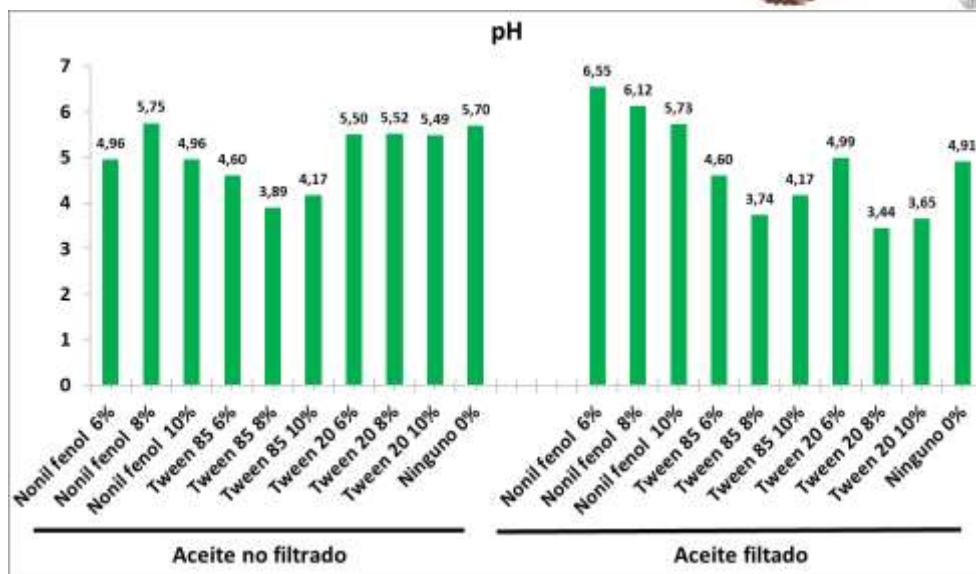


Figura 13. pH de mezcla agua-aceite de higuierilla-emulsionante

## Conclusiones

Los estudios preliminares de esta investigación, permite hacer las siguientes conclusiones:

El aceite no filtrado de piñón e higuierilla tiene un valor inferior a 1 mg KOH/g de aceite y fosforo mayor a los 50 ppm, mientras el aceite filtrado, el piñón presenta un valor inferior al aceite filtrado de higuierilla, en el contenido de fósforo, los aceite de piñón e higuierilla presenta un valor inferior a los 10 ppm de fosfátidos presente en el aceite.

En cuanto a las dosificaciones de los emulsionantes aplicados a los aceites vegetales (piñón e higuierilla), en este estudio preliminar se obtuvo variabilidad en los diferentes parámetros evaluados.

## Recomendaciones

Seguir realizando el estudio de mezcla de emulsionantes y evaluar otros parámetros, para complementan el estudio propuesto.

## Referencias

- ASTM International. D- 445. (2017). Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity). West Conshohoken, United States.
- Aguirre L. (2016). Determinación del porcentaje de viabilidad y tiempo de vida útil de tres bioplaguicidas (Trikofun, NemaKill y Baulkil) producidas por Mikroben del Departamento de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH (Tesis de Bioingeniería Ambiental), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Boateng, B y Kusi, F. (2008). Toxicity of jatropha seed oil to *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid, *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Applied Sciences Research*, 4(8), 945-951.

- Bravo, M., Rivera, D., Ale, N., Huamán, J., Muñoz, P., Rodríguez, M., y Delmás, D. (2010). Obtención de plaguicidas naturales a partir de semillas de chirimoya (*Annona cherimolia* Mill.) Y GUANÁBANA (*Annona muricata* L.). *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 13(2), 96-103.
- Carli, M., Coelho, F., y Silva, O. (2009). Guía técnica para la utilización energética de los aceites vegetales. Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agropecuaria para el Desarrollo (CIRAD).
- Carrión Matamoros, L. M., y Castro Puente, V. D. (2008). Diseño y construcción de una máquina extractora de aceite de semillas para la elaboración de biodiesel (Tesis de Grado, QUITO/EPN/2008).
- Casida, J., y Quistad, G. (1998). Golden age of insecticide research: past, present, or future? *Annual review of entomology*, 43(1), 1-16.
- Chávez, G., Parra, I., Luzardo, M., Bravo, B., Delgado, N., y Márquez, N. (2014). Influencia de variables de formulación en la viscosidad de emulsiones de surfactante aniónico-aceite-agua. *Química Nova*, 37(2), 200-208.
- Durán F. (2008). *Ciencia, tecnología e industria de alimentos*. Grupo Latino Editores. pag. 299.
- FAO. (s.f). *Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura y medio ambiente*. Consultado el 03/04/2018 en: <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s11.html>
- Fernández, A. (2013). Preparación, caracterización y estabilidad de emulsiones y microemulsiones O. Granada, España.
- González, F. (2010). Aplicación de hidrotalcitas como adsorbentes para la reducción de la contaminación por plaguicidas de aguas y suelos (Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba).
- Isaacs, E., y Chow, R. (1992). *Practical aspects of emulsion stability*.
- Kosegarten, C., y Jiménez, M. (2012). Factores principales que intervienen en la estabilidad de una emulsión doble. Puebla, México: Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas.
- Mendoza, H., Cañarte, E., Rodríguez, M., y López, J. (2008). El piñón (*Jatropha curcas* L.) una alternativa de cultivo para zonas marginales secas. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Plegable divulgativo N° 341.
- Método Oficial AOCS Ca 5a-40. Ácidos Grasos Libres.
- Método Oficial (AOCS Ca-12-55). Determinación de Fósforo.
- Pimentel D., y Levitan L., (1986). Pesticides: Amounts applied and amounts reaching pests. Often, less than 0.1% of pesticides applied to crops reaches target pests. *BioScience*. 36, 2, p. 86-91.

- Prakash, A., Rao, J., & Nandagopal, V. (2008). Future of botanical pesticides in rice, wheat, pulses and vegetables pest management. *Journal of Biopesticides*, Vol. 1(2), pag. 154-169.
- Ramos E. (2015). Obtención de u insecticida biológico a partir de la Higuierilla (*Ricinus communis* L.), Machala 2014 (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).
- Ratnadass, A., y Wink, M. (2012). The phorbol ester fraction from *Jatropha curcas* seed oil: potential and limits for crop protection against insect pests. *International journal of molecular sciences*, 13(12), 16157-16171.
- Rosseto, R., Santos, R., Bassegio, D., Secco, D., de Souza, S., Chaves, L., y Fornasari, C. H. (2012). Efeito da secagem na extração de óleos em plantas com potencial energético. *Acta Iguazu*, 1(1), 69-77.
- Ruiz R., Ruiz J., Guzmán S., y Pérez E. (2011). Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 129-137.
- Serna A. y Cruz F. (2011) Composición que comprende aceites con menor tendencia al oscurecimiento para aplicación en freído industrial y su proceso de obtención. Patent WO 2011080531 A1.
- Silva, A., Lagunes, T., Rodríguez, M., y Rodríguez, L. (2002). Insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas.
- Yanggen, D., Crissman, C. y Espinosa, P. (Eds.). (2003). Los plaguicidas: impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. Editorial Abya Yala.
- Yúfera P. y Carrasco J. (1976). *Química agrícola II plaguicidas y fitorreguladores*.
- Zambrano, F., Delgado, K., Silva, H., Nomura, R. B., Souza, D., y Andrade, C. Z. (2015). Extração e avaliação do óleo de pinhão manso (*Jatropha Curcas* l.) oriundo das cercas vivas de Manabí Ecuador. *Revista Brasileira de Energías Renováveis*, 4(1).

**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**

**LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y CALIDAD**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2018**

## INFORME ANUAL 2018

1. **Departamento / Programa :** Laboratorio de Bromatología y Calidad.
2. **Nombre director de la Estación Experimental:** Mgs. Eddie Ely Zambrano Zambrano
3. **Responsable del Departamento / Programa en la Estación Experimental:** Ing. Q. Wilmer Hernán Ponce Saltos.
4. **Equipo técnico multidisciplinario I+D:**
  - Ing. Agrop. Joffre Pincay Menéndez (Programa de Agroenergía).
  - Ing. Gloria Cobeña Mg. Sc. (Programa Yuca-Camote).
  - Ing. Hugo Álvarez Plua Mg. (Programa de Fruticultura)
  - Ing. Nestor Valarezo Beltrón (Programa de Fruticultura).
  - Ing. Ricardo Limongi Andrade (Programa de Maíz)
5. **Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo.
6. **Proyectos:**
  - 6.1. Estudio de obtención de un aceite vegetal formulado para uso agrícola.  
**Fuente de Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo  
**Presupuesto:** 2000,00 USD  
**Fecha de inicio:** Abril 2018  
**Fecha de término:** Diciembre 2019
  - 6.2. Validación y ajuste de tecnologías para la obtención y uso del aceite de piñón como combustibles, y aprovechamiento de los subproductos.
    - 6.2.1. Manejo y procesamiento de la cosecha de Piñón (*Jatropha curcas* L.) para obtener aceite de buena calidad
    - 6.2.2. Elaboración de Jabones a base de Piñón (*Jatropha curcas* L.)
    - 6.2.3. Estudio sobre caracterización física-química del aceite de líneas promisorias de la colección de piñón.  
**Fuente de Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo  
**Presupuesto:** 20000,00 USD  
**Fecha de inicio:** 2012  
**Fecha de término:** Diciembre 2018.
7. **Socios estratégicos para investigación:** Universidad Técnica de Manabí (UTM), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).
8. **Publicaciones:**
  - 8.1 Ponce, W., Viteri, A., Pincay, J., Limongi, R., Avellán, B. y Moreira, P. (2018). Elaboración de Jabones a base de Piñón (*Jatropha curcas* L.). Plegable divulgativo (Número por definir). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador.
  - 8.2 Ponce, W., Viteri, A., Pincay, J., Limongi, R., Avellán, B. y Moreira, P. (2018). MANEJO Y PROCESAMIENTO DEL GRANO DE PIÑÓN (*Jatropha curcas* L.) PARA LA OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador. (Por aprobar).



- 8.3 Ponce, W., Zambrano, C., Zambrano, I., y Viteri, A. (Octubre del 2018). Aprovechamiento de la biomasa (paja de arroz-cáscara de piñón) como biocombustible sólido en la elaboración de Pellets. Primer Congreso Internacional de Ciencias de la Ingeniería Aplicada en la II Convención Científica de la Universidad Técnica de Manabí en Portoviejo, Ecuador.
- 8.4 Zambrano, L., y Zambrano, I. (2018). APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA COMO BIOCOMBUSTIBLE SÓLIDO EN LA ELABORACIÓN DE PELLETS (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Manabí (UTM), Portoviejo, Ecuador.

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

- 9.1 Ponce, W., y Jadán, F. (Enero del 2018). Análisis bromatológico de la harina de Zarandaja con estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí (02 a 31 de Enero del 2018), Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador.
- 9.2 Avellán, B., Moreira, P., Ponce, W. y Pincay, J. (2018). Participación en la evaluación participativa de parcela de Difusión y Tecnología: asociación de cultivos higuerilla- maní, en los cantones Tosagua, parroquia Bachillero, en la localidad Monteoscuro, Cantón Sucre, en la parroquia Charapotó, localidad San José de las Coronas y en el Cantón Rocafuerte, localidad La Primavera los días 29, 30 de Mayo y 06 de Junio del 2018.
- 9.3 Ponce, W., y Pincay, J. (Julio del 2018). Obtención de Biodiesel a través de aceite de Piñón con participación de los estudiantes de la ULEAM (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí) el 13 de Julio del 2018 en la Estación Experimental Portoviejo.
- 9.4 Avellán, B., Moreira, P., Carrera, D. y Ponce, W. (Septiembre del 2018). Participación en un stand de la Estación Experimental Portoviejo en la XII Expo-Feria Agraria y Emprendimientos Charapotó 2018 el día 15 de Septiembre de 2018.
- 9.5 Ponce, W., Zambrano, C., Zambrano, I., y Viteri, A. (Octubre del 2018). Ponencia con el póster sobre “Aprovechamiento de la biomasa (paja de arroz-cáscara de piñón) como biocombustible sólido en la elaboración de Pellets” en el Primer Congreso Internacional de Ciencias de la Ingeniería Aplicada de la II Convención Científica de la UTM en los días 17, 18 y 19 de Octubre del 2018. Portoviejo, Ecuador.
- 9.6 Avellán, B., Moreira, P., y Ponce, W. (Noviembre del 2018). Participación en un stand del INIAP en la Feria AGROFEST del 09 al 11 de noviembre del 2018. Guayaquil-Ecuador.
- 9.7 Moreira, P., Vivas, H., Pincay, J., y Ponce, W. (Noviembre del 2018). FERIA AGRARIA Y FESTIVAL DEL ARROZ el día 30 de noviembre del 2018. Charapotó (Sucre), Ecuador.

## 10. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:

### Actividad 1. Estudio de obtención de un aceite vegetal formulado para uso agrícola.

Obtención de un aceite vegetal formulado para uso como bioplaguicida.

#### Responsables:

Ing. Q. Wilmer Ponce Saltos.

Ing. Joffre Pincay Menéndez.

#### Colaboradores:

Ing. Gloria Cobeña Mg. Sc. (Programa Yuca-Camote).

Dr. Iván Samaniego. (Departamento de Nutrición y Calidad Estación Experimental Santa Catalina).

Srta. Annabelle Cedeño Giler (Universidad Técnica de Manabí).

Srta. Pamela Cruzatty Arteaga (Universidad Técnica de Manabí).

## Antecedentes

La utilización de plaguicidas botánicos en la protección de los cultivos es una alternativa de control de plagas, que puede minimizar el uso de pesticidas sintéticos (Prakash *et al.*, 2008). Los primeros reportes de uso de los plaguicidas sintéticos se da a principio del siglo XX (Casida y Quistad, 1998); usándose de forma indiscriminada, lo que ha provocado disturbios al ambiente, resurgimiento de plagas y estos con resistencia a los pesticidas (Silva *et al.*, 2002). Los bioplaguicidas surgen en el siglo XXI tratando de encontrar una alternativa “limpia” para el control de plagas y reducir el uso de los plaguicidas sintéticos, dado que muchas plantas son capaces de reaccionar con metabolitos secundarios que actúan como tóxicos contra las plagas que se quiera combatir; con la ventaja de no tener un efecto residual (Bravo *et al.*, 2010).

Entre los plaguicidas biológicos, están los aceites vegetales, que se han utilizado para controlar plagas. Para un eficiente control, estos aceites vegetales requieren de un emulsificante que permita formar una emulsión, capaz de ser usado en aplicación directa o mediante dilución con agua (Yúfera y Carrasco, 1976). El estudio de los emulsificantes es fundamental, ya que permiten coadyuvar el agua con el aceite vegetal, que son componentes esenciales de la formulación de los bioplaguicidas (Chávez *et al.*, 2014).

Hay especies vegetales que no intervienen en la seguridad alimentaria y crecen en zonas secas, de donde se pueden obtener aceites que tienen atributos de interés en la agroindustria de bioinsumos, una de ellas el piñón *Jatropha curcas* L. (Euforbiácea), se desarrolla desde cerca del nivel del mar hasta los 1500 m.s.n.m. (Mendoza *et al.*, 2008), cuyo aceite contenido en sus semillas es utilizado como biocombustible y bioinsecticida, ya que posee ésteres de forbol en su estructura lipídica (Ratnadass, *et al.* 2012).

Boateng y Kusi (2008), realizaron experimentos con aceite de piñón para el control del escarabajo de la semilla *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera) y su Parasitoide, *Dinarmus basalis* (Hymenoptera) en silos de granos de Caupí, mostrando actividad repelente.

Otra especie es la Higuerilla *Ricinus communis* L. (Euforbiácea). Su aceite extraído de las semillas, tiene propiedades insecticidas y se debe a su composición química como el Trans-2,8-dimetil-1,1-bis (metiltio)-2-phenil-1,2-diidroazeto (2,1-b) quinazolina (Ramos, 2015), este mismo autor ha reportado el uso de este insecticida biológico para eliminar moscas, cucarachas y mosquitos.

Existen trabajos realizados en la Estación Experimental Portoviejo, sobre aceites vegetales formulados como bioplaguicidas como *screening*, generando resultados promisorios.

## Objetivos

### Objetivo General

Obtener un aceite vegetal formulado para potencial uso plaguicida.

### Objetivos Específicos

- 1) Determinar la calidad del aceite de piñón e higuerilla antes y después de la filtración.
- 2) Evaluar el emulsificante ideal con diferentes dosificaciones para la formulación de aceite agrícola de piñón (*Jatropha curcas* L.) e higuerilla (*Ricinus communis* L.) para uso como bioplaguicida.

## Metodología

### Características del sitio experimental

#### Ubicación

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Bromatología y Calidad de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP

#### Factores en estudio

Los factores en estudio se realizaron mediante el aceite que lleva *si* y *no* el sistema de filtración, en piñón se usa las dosificaciones 2, 4 y 6% de emulsificante por ser menos viscoso y denso, en cambio el de higuierilla 6, 8 y 10% por ser más denso y viscoso.

Factores	Piñón	Higuierilla
<b>A: Filtración</b>	a1:No	a1:No
	a2: Si	a1: Si
<b>B: Emulsificantes</b>	b1:Nonil Fenol (4-(2,4-di metil-3 heptanil) fenol)	b1:Nonil Fenol (4-(2,4-di metil-3 heptanil) fenol)
	b2:Tween 85 (trioleato de sorbitán y polioxietileno)	b2:Tween 85 (trioleato de sorbitán y polioxietileno)
	b3:Tween 20 (Monolaurato de sorbitán y polioxietileno)	b3:Tween 20 (Monolaurato de sorbitán y polioxietileno)
<b>C: Dosificaciones</b>	c1:2%	c1:6%
	c2: 4%	c2:8%
	c3:6%	c3:10%
<b>Testigo</b>	Agua + Aceite filtrado y no filtrado	Agua + aceite filtrado y no filtrado

### Unidad experimental

Contenido de vidrio con agua más el aceite de piñón e higuierilla formulado.

### Tratamientos a evaluar

#### Piñón

Tratamientos	Factores	Interacciones
1	a1b1c1	No filtrado + Nonil fenol + 2%
2	a1b1c2	No filtrado + Nonil fenol + 4%
3	a1b1c3	No filtrado + Nonil fenol + 6%
4	a1b2c1	No filtrado + Tween 85 + 2%
5	a1b2c2	No filtrado + Tween 85 + 4%
6	a1b2c3	No filtrado + Tween 85 + 6%
7	a1b3c1	No Filtrado + Tween 20 + 2 %
8	a1b3c2	No filtrado + Tween 20 + 4%
9	a1b3c3	No Filtrado + Tween 20 + 6%
10	a2b1c1	Filtrado + Nonil fenol + 2%
11	a2b1c2	Filtrado + Nonil fenol + 4%
12	a2b1c3	Filtrado + Nonil fenol + 6%

13	a2b2c1	Filtrado + Tween 85 + 2%
14	a2b2c2	Filtrado + Tween 85 + 4%
15	a2b2c3	Filtrado + Tween 85 + 6%
16	a2b3c1	Filtrado + Tween 20 + 2%
17	a2b3c2	Filtrado + Tween 20 + 4%
18	a2b3c3	Filtrado + Tween 20 + 6%

### Higuerilla

Tratamientos	Factores	Interacciones
1	a1b1c1	No filtrado + Nonil fenol + 6%
2	a1b1c2	No filtrado + Nonil fenol + 8%
3	a1b1c3	No filtrado + Nonil fenol + 10%
4	a1b2c1	No filtrado + Tween 85 + 6%
5	a1b2c2	No filtrado + Tween 85 + 8%
6	a1b2c3	No filtrado + Tween 85 + 10%
7	a1b3c1	No Filtrado + Tween 20 + 6%
8	a1b3c2	No filtrado + Tween 20 + 8%
9	a1b3c3	No Filtrado + Tween 20 + 10%
10	a2b1c1	Filtrado + Nonil fenol + 6%
11	a2b1c2	Filtrado + Nonil fenol + 8%
12	a2b1c3	Filtrado + Nonil fenol + 10%
13	a2b2c1	Filtrado + Tween 85 + 6%
14	a2b2c2	Filtrado + Tween 85 + 8%
15	a2b2c3	Filtrado + Tween 85 + 10%
16	a2b3c1	Filtrado + Tween 20 + 6%
17	a2b3c2	Filtrado + Tween 20 + 8%
18	a2b3c3	Filtrado + Tween 20 + 10%

### Materiales y equipos

Balanza analítica.

Cromatógrafo de gases con sus materiales de apoyo.

Espectrofotómetro Pharo 100.

Estufa de convección forzada marca PRECISION.

Materiales de vidrio básico de laboratorio.

Microscopio Labomed Lx 500.

Multiparamétrico Bante 901 (conductímetro, pH, TDS y temperatura).

Plancha de calentamiento y agitación marca IKA.

Prensa hidráulica manual de 15 toneladas con cilindro tipo filtro.

Viscosímetro de Cannon-Fenske.

### Reactivos.

Ácido cítrico.

Ácido Clorhídrico.

Agua destilada.

Buffer pH 4.01, pH 7 y pH 10.01.

Cloruro de Potasio.

Etanol absoluto.

Fenoltaleína.

Fosfato di ácido de Potasio.

Hidróxido de Potasio.

Reactivos para análisis cromatográfico (Estándar FAME, Hexano, agua bidestilada etc.)

Sulfato de Zink.

### Diseño experimental

Los valores paramétricos serán sometidos a un Diseño Completamente al Azar con un arreglo factorial de  $A \times B \times C + 2$ .

### Análisis estadístico

Los datos de las variables Viscosidad Cinemática, Conductividad eléctrica, Índice de Actividad emulsionante, Índice de Estabilidad Emulsionante se analizaron mediante el paquete estadístico Infostat en gráfico de barras; para determinar las diferencias entre las medias se utilizará la prueba de tukey al 5% de probabilidades.

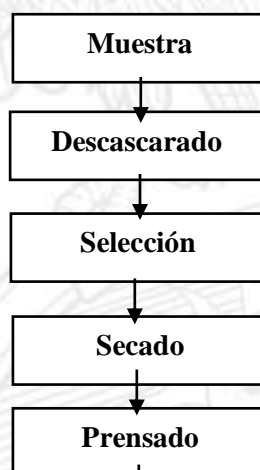
### Análisis de Varianza

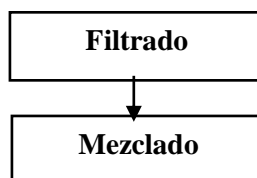
#### Piñón / Higuierilla

Fuentes de variación	GI
Total	59
Tratamientos	19
Factor A: Filtración	1
Factor B: Emulsificantes	2
Factor C: Dosis de emulsificantes	2
Filtración x Emulsificante	2
Filtración x dosis	2
Emulsificantes x dosis	4
Filtración x emulsificante x dosis	4
Testigo	1
Testigo + Filtración	1
Error E	40

### Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

La recepción de la materia prima se lo realizó en saco de polietileno, el manejo del experimento se lo va a realizar mediante dos fases: Fase I proceso de extracción de aceite y fase II Mezclado de los emulsionantes.





**Figura 1.** Diagrama de proceso de obtención de aceite de Piñón (*Jatropha curcas* L.)

### Proceso de extracción

El proceso de la materia prima de piñón e higuerilla, se realizó mediante los métodos de extracción por Rosseto et al. (2012) y Zambrano et al. (2015) en donde se efectúan:

### Descascarado, selección y secado de granos

Se seleccionaron aleatoriamente los granos de las muestras, después de ser descascarados, en el caso de las semillas de piñón e higuerilla se recoge 3 kg por triplicado y luego secado, la humedad se retiró en una estufa de 101 a 105 °C durante el tiempo necesario, hasta que el peso de la muestra permanezca constante entre los dos pesajes.

### Prensado

El prensado manual se realizó en una extractora discontinua o hidráulica con máximo 15 toneladas de presión en frío (Zambrano et al. 2015), así mismo otra muestra con la extractora mecánica continua tipo expeler con una capacidad de 80-100 Kg/h de semilla (Carrión y Castro, 2008). Ambas emitirán aceites con presencia de gomas (fosfátidos).

### Filtrado y Desgomado

Una vez que se extrajo el aceite, la mitad del producto se deriva con el desgomado de estos dos aceites (higuerilla y piñón), que consiste en agregar ácido cítrico del 0,2 al 0,7 % a una temperatura entre 60 a 90 °C durante un tiempo de 5 a 20 minutos en condiciones normales (Serna y Cruz, 2011). En el laboratorio de Bromatología, se determinó mediante análisis químicos del aceite recién extraído (aceite crudo) y del aceite filtrado, donde se tomaron el Rendimiento que es el peso extraído del aceite de las especies en estudio. El Contenido de Fósforo que se realiza siguiendo la metodología AOCS Ca-12-55 aplicable a aceites vegetales, crudos, desgomados y refinado, determina la presencia de fosfátidos, se usó la espectrofotometría que consiste en pesar 3g de aceite, más 0,5g de Óxido de Zinc, se incinera a 550 a 600 °C, luego se agrega 5 ml de ácido clorhídrico, se filtra, y es tomada una alícuota, y a es en donde se agregan 5 mL de KOH al 50%, enrazar a 100 mL, y se toman 10 mL, adicionando 8 ml de Sulfato de Hidracina, y 2 mL de Molibdato de Sodio, se calentó en baño maría en 10 min +/- 30 S, para aforar con agua destilada y se procedió a verificar el valor arrojado por el espectrofotómetro, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{PPM Fósforo} = 10(A-B) / (PM)$$

En el Índice de acidez se utilizó la metodología AOCS Ca-5a-40 que consiste en determinar los ácidos grasos libres existentes en una muestra de 7 gramos de aceite que se depositan en un matraz, añadiéndole 50 mL de alcohol absoluto y 2 ó 3 gotas de fenolftaleína agitando bien la mezcla y añadiéndole Hidróxido de Potasio (KOH) desde la bureta, gota a gota, hasta el aparecimiento y persistencia por 30 segundos del color rosa. Con los datos del volumen de KOH gastados, el factor del ácido graso (ácido oleico), la normalidad de KOH por el valor de 1.99 se calcula sobre el peso de muestra, y por ende el índice de acidez.

$$\text{Índice de Acidez} = \frac{C \times N \times 28,2}{PM} \times 1,99$$

### Mezclado y Registro de datos:

El proceso de extracción de mayor rendimiento, con el aceite crudo o no filtrado (presencia de gomas) y refinado (filtrado), se procedió a añadir los emulsificantes en diferentes dosificaciones hasta estabilizar, según Pearce y Kinsella (1978), Durán (2008), Kosegarten y Jiménez (2012), Chávez *et al.* (2014) se lo realiza mediante las siguientes variables:

**a) Viscosidad Cinemática:** se utiliza la ASTM D 445 (Viscosidad cinemática en líquidos opacos y transparentes) mediante un viscosímetro Cannon-Fenske, que es sumergido a 40°C indirectamente, donde se carga y genera la corrida de la muestra el tiempo en segundos, culminado el ensayo, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\vartheta = C \times t$$

$\vartheta$ : Viscosidad cinemática, en mm<sup>2</sup>/s

C: Constante de Calibración del Viscosímetro en mm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

t: Tiempo de flujo en segundos.

**b) Conductividad eléctrica (CE):** Mediante un conductímetro calibrado, se coloca la muestra mezclada, en las fracciones volumétricas determinadas por los emulsionantes, en donde se generan los resultados en mS/cm o  $\mu$ S/cm por fracción volumétrica de la emulsión (Chávez *et al.* 2014).

**c) Índice de Actividad emulsionante (IAE):** Se basa en la dispersión de luz y la turbidez ( $\gamma$ ) Pearce y Kinsella (1978) definieron el índice de actividad emulsionante (IAE) en m<sup>2</sup>/g y se calcula según la expresión:

$$IAE = \frac{2\gamma}{\varnothing x C}$$

$\varnothing$ = fracción de volumen de fase aceite

C =concentración de la emulsión (mg/mL).

$\gamma$ : 2.303 Absorbancia a 500 nm/ l (longitud de la trayectoria).

**d) Índice de Estabilidad Emulsionante (IEE):** Para medir el índice de estabilidad se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$IEE = \frac{\gamma \Delta t}{\Delta \tau}$$

Donde:

$\Delta t$ : tiempo de almacenamiento (min).

$\Delta \gamma$ : es la variación de la turbidez.

## Resultados

### Fase I proceso de extracción de aceite

En la tabla 2 se observa el porcentaje de rendimientos de aceite de piñón e higuierilla respectivamente, en una prensa extractora manual de 15 toneladas de presión en frío.

**Tabla 1. Rendimientos de extracción de Aceite de piñón e higuierilla.EEP.2018.**

Materia prima	%
Piñón	12,18
Higuierilla	20,08

Realizada la extracción, se procedió a realizar los análisis de calidad de índice de acidez y de fósforo antes y después del filtrado (metodología de Filtrado y Desgomado) como lo demuestra la tabla 2, en donde el aceite no filtrado de piñón e higuierilla tiene un valor inferior a 1 mg KOH/g de aceite y fosforo mayor a los 50 ppm, mientras el aceite filtrado, el piñón presenta un valor inferior al aceite filtrado de higuierilla, en el contenido de fósforo, los aceite de piñón e higuierilla presenta un valor inferior a los 10 ppm de fosfátidos presente en el aceite.

**Tabla 2. Análisis de calidad de aceite no filtrado y filtrado de piñón e higuierilla.EEP.2018.**

Aceite	Tipo de Aceite	Índice de Acidez (mg KOH)/g aceite	Fósforo (ppm)
Piñón	No Filtrado	0,08	69,7
Higuierilla		0,15	58,7
Piñón	Filtrado	0,92	7,3
Higuierilla		1,07	4,7

### Fase II Mezclado de los emulsionantes.

En esta fase se han obtenido resultados preliminares de viscosidad cinemática, conductividad eléctrica, índice de actividad emulsionante y pH.

### PIÑÓN

En la figura 2, la viscosidad cinemática es menor de 1 mm<sup>2</sup>/seg, en la mezcla aceite no filtrado más el 6% de Tween 85 emite un valor superior de 0,94 mm<sup>2</sup>/seg, mientras que la mezcla con el Tween 20 al 4% un resultado de 0,84 mm<sup>2</sup>/seg. En la mezcla con el aceite filtrado, sobresale el aceite filtrado sin emulsionante con un valor de 0.92 mm<sup>2</sup>/seg, en cambio la mezcla con Tween 85 al 6% genera un resultado de 0,87 mm<sup>2</sup>/seg.



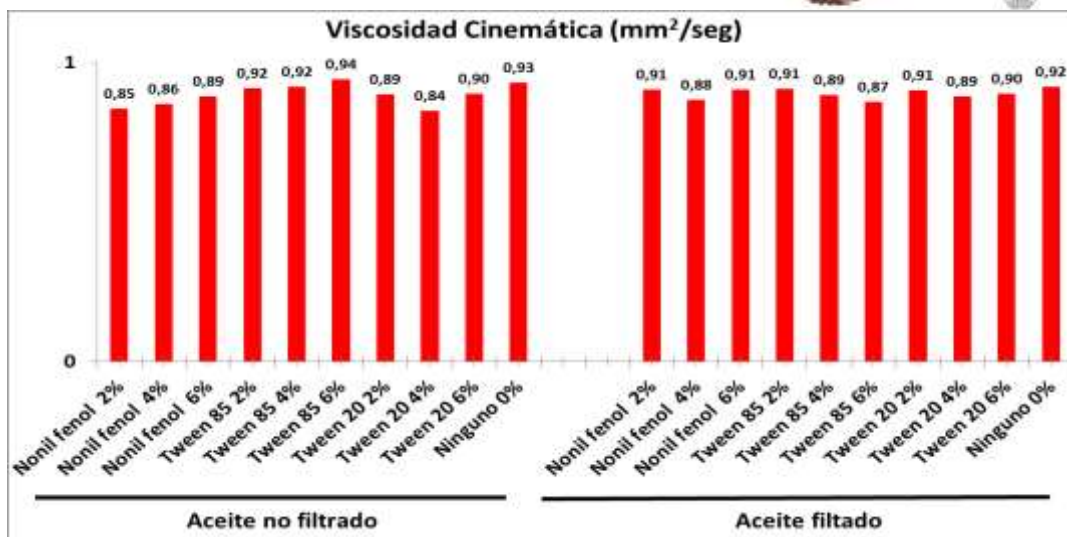


Figura 2. Viscosidad cinemática de mezcla agua-aceite de piñón-emulsionante. EEP.2018.

En la figura 3, la variable de la conductividad eléctrica sobresale la mezcla con aceite no filtrado con el Tween 20 al 2% con 14,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras la mezcla con el Tween 85 al 2% obtuvo un dato mínimo con 1,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La mezcla con el aceite filtrado, el emulsionante Tween 85 al 6% resalta con 4,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y el valor mínimo lo refleja la mezcla que no tiene emulsionantes con 0,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

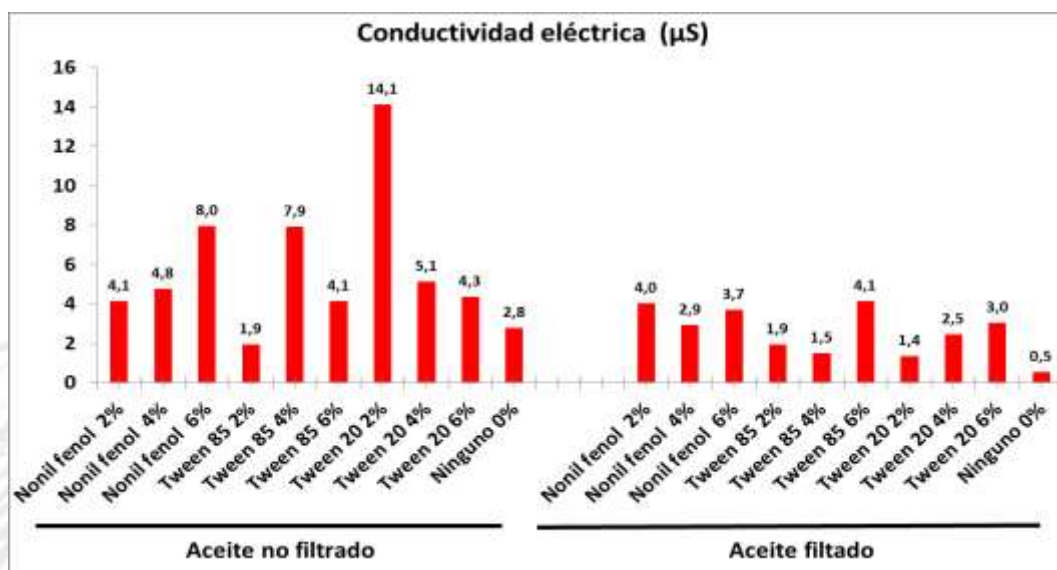
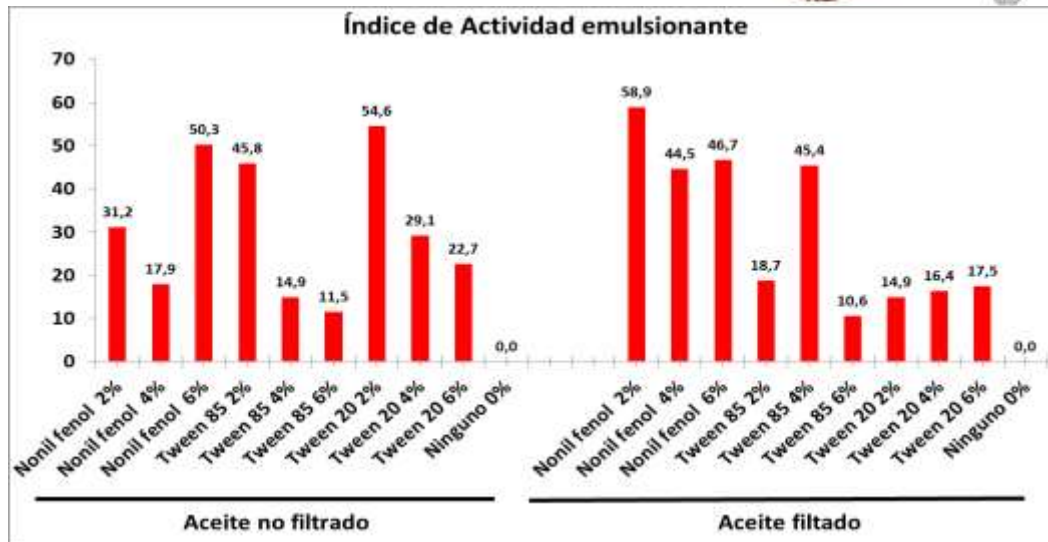


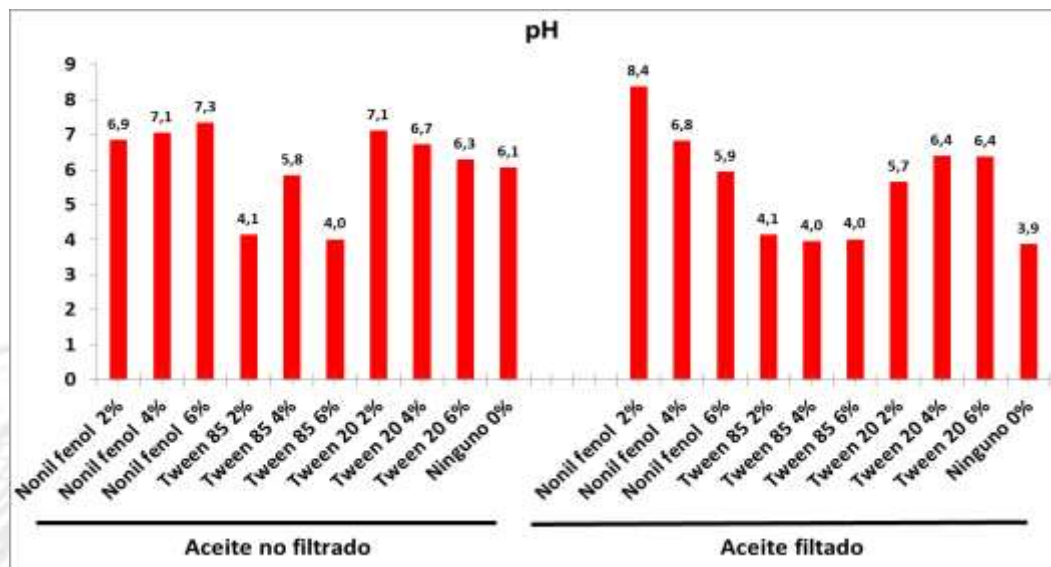
Figura 3. Conductividad eléctrica de mezcla agua-aceite de piñón-emulsionante. EEP.2018.

En el índice de actividad emulsionante (Figura 4), el emulsionante Tween 20 al 2% de dosificación con aceite no filtrado expone un dato de 54,6 y en el aceite filtrado, el emulsionante nonil fenol emite un valor de 58,9, tanto en el aceite filtrado como en el no filtrado, arrojan resultados de 0.



**Figura 4.** Índice de Actividad Emulsionante de mezcla agua-aceite de piñón-emulsionante. EEP.2018.

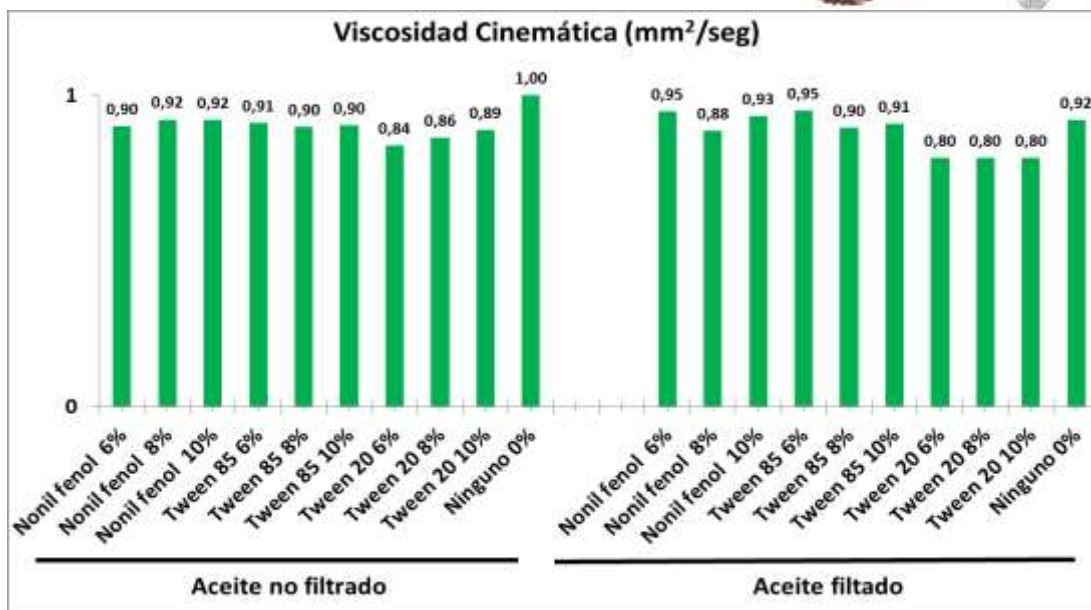
En la figura 5, el pH del nonil fenol al 6% resalta con un resultado de 7,3, mientras que la mezcla aceite no filtrado con el emulsionante Tween 85 al 6% resulta con un valor de un pH de 4. En el aceite filtrado, sobresale la mezcla de nonil fenol al 2% con un pH de 8,4, el emulsionante Tween 85 al 4 y 6% comparten el mínimo valor con un pH de 4.



**Figura 5.** pH de mezcla agua-aceite de piñón-emulsionante. EEP.2018.

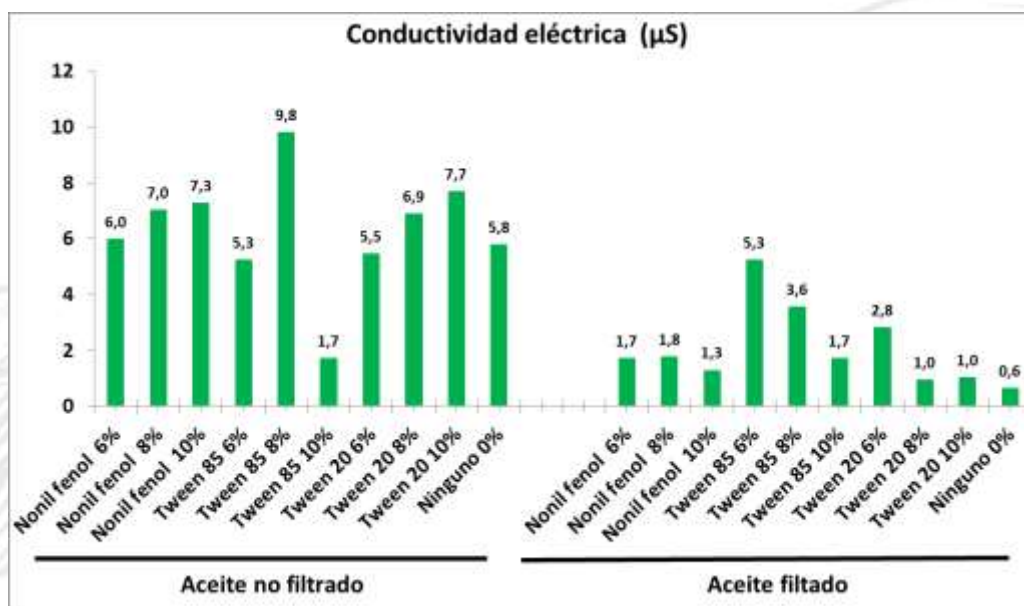
### HIGUERILLA

En la viscosidad cinemática del aceite no filtrado de higuera (Figura 6), la ausencia de emulsionante emite un resultado de  $\text{mm}^2/\text{seg}$ , mientras que el que tiene menor viscosidad cinemática fue con el emulsionante Tween 20 al 6%. En el aceite filtrado de higuera, el emulsionante nonil fenol al 6% arroja un resultado de  $0,95 \text{ mm}^2/\text{seg}$ , el valor mínimo de  $0,8 \text{ mm}^2/\text{seg}$  en las tres dosificaciones de Tween 20 al 6, 8 y 10% respectivamente.



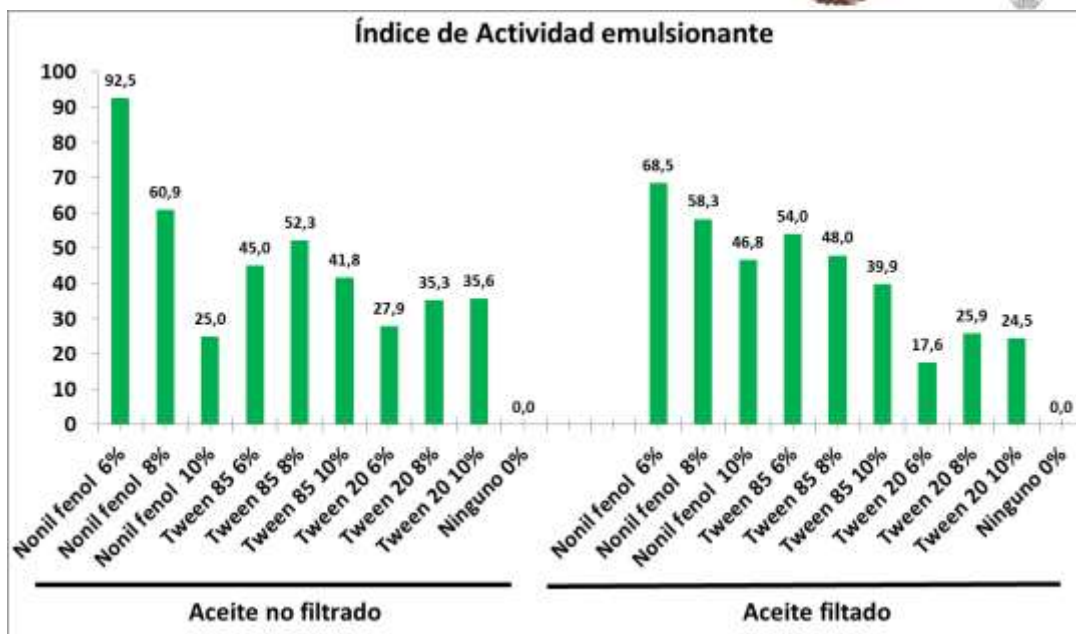
**Figura 6.** Viscosidad cinemática de mezcla agua-aceite de higuera- emulsionante.EEP.2018.

En la Figura 7, la conductividad eléctrica del aceite no filtrado de higuera ha obtenido un dato de 9,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con el emulsionante Tween 85 al 8% y con el mismo emulsionante al 10% con un resultado de 1,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En el aceite filtrado de higuera con el emulsionante Tween 85 al 6%, sobresale con un valor alto de 5,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y el más bajo es el que no tiene emulsionante.



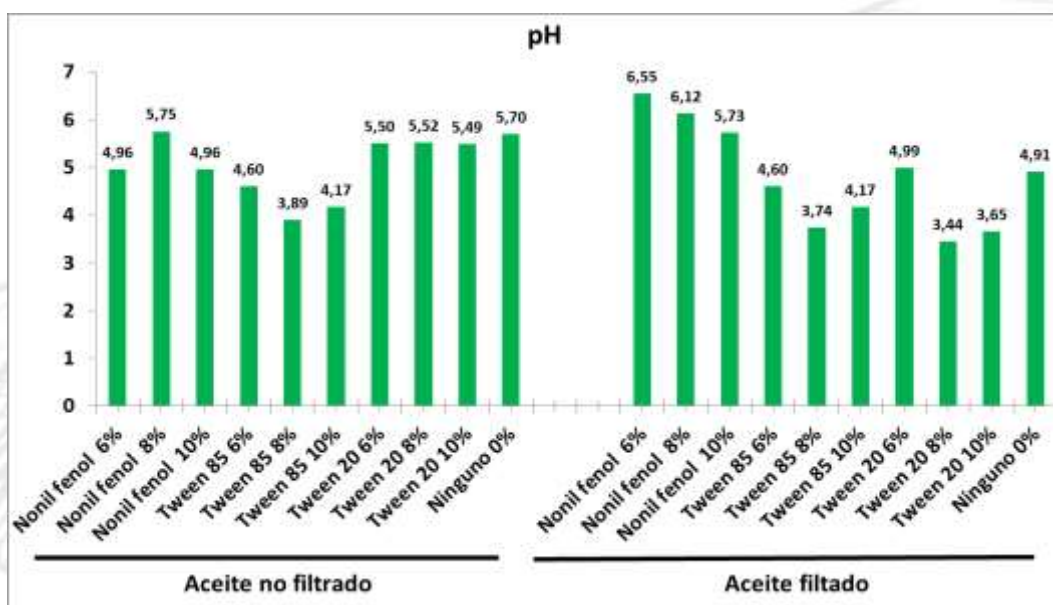
**Figura 7.** Conductividad eléctrica de mezcla agua-aceite de higuera- emulsionante.EEP.2018.

En el Índice de Actividad Emulsionante (Figura 8), en el aceite no filtrado de higuera, el emulsionante nonil fenol al 6% tanto como no filtrado y filtrado, emiten resultados de 92,5 y 68,5 respectivamente, y así mismo en los valores mínimos, arrojan resultados de 0.



**Figura 8.** Índice de Actividad Emulsionante de mezcla agua-aceite de higuierilla-emulsionante.EEP.2018.

En la figura 9, el pH del Nonil fenol al 8% destaca con un resultado de 5,75, mientras que la mezcla aceite no filtrado con el emulsionante Nonil fenol al 6% Tween 85 al 8% produjo un valor de un pH de 3,89. En el aceite filtrado, sobresale la mezcla de Nonil fenol al 6% con un pH de 6,55, el emulsionante Tween 85 al 8% el mínimo valor con un pH de 3,74.



**Figura 9.** pH de mezcla agua-aceite de higuierilla-emulsionante.EEP.2018.

### Conclusiones

Los estudios preliminares de esta investigación, permite hacer las siguientes conclusiones:

El aceite no filtrado de piñón e higuierilla tiene un valor inferior a 1 mg KOH/g de aceite y fosforo mayor a los 50 ppm, mientras el aceite filtrado, el piñón presenta un valor inferior al aceite filtrado de higuierilla, en el contenido de fósforo, los aceite de piñón e higuierilla presenta un valor inferior a los 10 ppm de fosfátidos presente en el aceite.

En cuanto a las dosificaciones de los emulsionantes aplicados a los aceites vegetales (piñón e higuierilla), en este estudio preliminar se obtuvo variabilidad en los diferentes parámetros evaluados.

### Recomendaciones

Seguir realizando el estudio de mezcla de emulsionantes y evaluar otros parámetros, para complementar el estudio propuesto.

### Referencias

- ASTM International. D- 445. (2017). Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity). West Conshohoken, United States.
- Aguirre L. (2016). Determinación del porcentaje de viabilidad y tiempo de vida útil de tres bioplaguicidas (Trikofun, NemaKill y Baulkil) producidas por Mikroben del Departamento de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH (Tesis de Bioingeniería Ambiental), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Boateng, B y Kusi, F. (2008). Toxicity of jatropha seed oil to *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid, *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Applied Sciences Research*, 4(8), 945-951.
- Bravo, M., Rivera, D., Ale, N., Huamán, J., Muñoz, P., Rodríguez, M., y Delmás, D. (2010). Obtención de plaguicidas naturales a partir de semillas de chirimoya (*Annona cherimolia* Mill.) Y GUANÁBANA (*Annona muricata* L.). *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 13(2), 96-103.
- Carli, M., Coelho, F., y Silva, O. (2009). Guía técnica para la utilización energética de los aceites vegetales. Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agropecuaria para el Desarrollo (CIRAD).
- Carrión Matamoros, L. M., y Castro Puente, V. D. (2008). Diseño y construcción de una máquina extractora de aceite de semillas para la elaboración de biodiesel (Tesis de Grado, QUITO/EPN/2008).
- Casida, J., y Quistad, G. (1998). Golden age of insecticide research: past, present, or future? *Annual review of entomology*, 43(1), 1-16.
- Chávez, G., Parra, I., Luzardo, M., Bravo, B., Delgado, N., y Márquez, N. (2014). Influencia de variables de formulación en la viscosidad de emulsiones de surfactante aniónico-aceite-agua. *Química Nova*, 37(2), 200-208.
- Durán F. (2008). *Ciencia, tecnología e industria de alimentos*. Grupo Latino Editores. pag. 299.
- FAO. (s.f). *Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura y medio ambiente*. Consultado el 03/04/2018 en <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s11.html>
- Fernández, A. (2013). *Preparación, caracterización y estabilidad de emulsiones y microemulsiones*. O. Granada, España.

- González, F. (2010). Aplicación de hidrotalcitas como adsorbentes para la reducción de la contaminación por plaguicidas de aguas y suelos (Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba).
- Isaacs, E., y Chow, R. (1992). Practical aspects of emulsion stability.
- Kosegarten, C., y Jiménez, M. (2012). Factores principales que intervienen en la estabilidad de una emulsión doble. Puebla, México: Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas.
- Mendoza, H., Cañarte, E., Rodríguez, M., y López, J. (2008). El piñón (*Jatropha curcas* L.) una alternativa de cultivo para zonas marginales secas. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Plegable divulgativo N° 341.
- Método Oficial AOCS Ca 5a-40. Ácidos Grasos Libres.
- Método Oficial (AOCS Ca-12-55). Determinación de Fósforo.
- Pimentel D., y Levitan L., (1986). Pesticides: Amounts applied and amounts reaching pests. Often, less than 0.1% of pesticides applied to crops reaches target pests. *BioScience*. 36, 2, p. 86-91.
- Prakash, A., Rao, J., & Nandagopal, V. (2008). Future of botanical pesticides in rice, wheat, pulses and vegetables pest management. *Journal of Biopesticides*, Vol. 1(2), pag. 154-169.
- Ramos E. (2015). Obtención de un insecticida biológico a partir de la Higuera (*Ricinus communis* L.), Machala 2014 (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).
- Ratnadass, A., y Wink, M. (2012). The phorbol ester fraction from *Jatropha curcas* seed oil: potential and limits for crop protection against insect pests. *International journal of molecular sciences*, 13(12), 16157-16171.
- Rosseto, R., Santos, R., Bassegio, D., Secco, D., de Souza, S., Chaves, L., y Fornasari, C. H. (2012). Efeito da secagem na extração de óleos em plantas com potencial energético. *Acta Iguazu*, 1(1), 69-77.
- Ruiz R., Ruiz J., Guzmán S., y Pérez E. (2011). Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 129-137.
- Serna A. y Cruz F. (2011) Composición que comprende aceites con menor tendencia al oscurecimiento para aplicación en freído industrial y su proceso de obtención. Patent WO 2011080531 A1.
- Silva, A., Lagunes, T., Rodríguez, M., y Rodríguez, L. (2002). Insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas.
- Yanggen, D., Crissman, C. y Espinosa, P. (Eds.). (2003). Los plaguicidas: impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. Editorial Abya Yala.

Yúfera P. y Carrasco J. (1976). Química agrícola II plaguicidas y fitoreguladores.

Zambrano, F., Delgado, K., Silva, H., Nomura, R. B., Souza, D., y Andrade, C. Z. (2015).  
Extração e avaliação do óleo de pinhão manso (*Jatropha Curcas* L.) oriundo das  
cercas vivas de Manabí Ecuador. Revista Brasileira de Energías Renováveis, 4(1).

## **Actividad 2. Estudio sobre caracterización física-química del aceite de líneas promisorias de la colección de piñón.**

### **Caracterización física y química del aceite de piñón de la línea CP052 y CP054 cosechada con diferentes grados de maduración**

**Responsable:** Ing. Q. Wilmer Ponce Saltos (Responsable del Laboratorio de Bromatología y Calidad).

**Colaboradores:** Ing. Agrop. Joffre Pincay Menéndez (Programa de Agroenergía).

#### **Antecedentes**

Esta actividad fluye a través del protocolo “Validación y ajuste de tecnologías para la obtención y uso del aceite de piñón como combustibles, y aprovechamiento de los subproductos”, que dentro de sus actividades es realizar estudios de diferentes grados de maduración.

El aceite contenido en las semillas de piñón presentan diferentes estados de calidad mediante diferentes grados de maduración (Garay et al. 2012) al momento de cosechar, en el presente estudio, se observan diferencia en el % de ácidos grasos libres, índice de saponificación, índice de Iodo, índice de Peróxidos, densidad relativa a diferentes temperaturas y viscosidad cinemática.

#### **Objetivos**

Determinar las características Físicas y Químicas del Aceite de Piñón (*Jatropha curcas* L.) de la línea CP052 y CP054 con diferentes grados de Maduración.

#### **Metodología**

##### **Análisis estadísticos**

Se realizó en un diseño completamente al azar con Tukey al 95% con el software Infostat, pero, los resultados

##### **Método de análisis**

% Ácidos Grasos Libres (AOCS Ca 5a-40), Índice de Saponificación (Índice de Koettstorfer), Índice de Iodo (AOCS Cd 1-25), Índice de Peróxidos (AOCS Cd 8-53). Determinación de la Densidad Relativa (Método del Picnómetro) NTN INEN 0035:2012. Viscosidad Cinemática ASTM D-445.

**Ácidos Grasos Libres:** Se realizó mediante la norma AOCS Ca 5a-40, que consiste en tomar 7g de muestra, se agregan 50 ml de etanol neutralizado y con calentamiento hasta ebullición, se

neutraliza con Na OH o K OH al 0.1N valorizado, mediante la fórmula que vamos a presentar a continuación, se realiza el índice de acidez en ácido oleico:

$$\text{Índice de Acidez} = (C \times N \times 28,2) / PM \times 1,99$$

**C**= Consumo

**N**= Normalidad.

**PM**= Peso de Muestra.

**28.2**= Factor de ácido oleico.

**Índice de Saponificación:** Se pesaron alrededor de 2.5 g de grasa, se agregan 25 ml de KOH 0.5N en alcohol, se pasó a un condensador de reflujo durante 30 minutos, se enfría, y procedió a titular con HCl 0.5N, se toma el consumo con su respectivo Blanco, con la siguiente fórmula:

$$\text{Índ.Sap.} = ((V_b - V_m) \times N \times 56.1) / PM$$

**V<sub>b</sub>**: volumen de HCl 0,5 N gastado para titular el blanco.

**V<sub>m</sub>** = volumen de HCl 0,5 N gastado para titular la muestra.

**C** = índice de Yodo

**Índice de Iodo:** Se realizó mediante la norma AOCS Cd 1-25, el índice de yodo es una medida del grado de insaturación (números de dobles enlaces) de las grasas. Define como los gramos de yodo absorbidos por 100 g de grasa. Para su determinación la AOCS recomienda el método de Wijs. Se pesa aproximadamente 0.2g en una fiola, se agrega 10 ml de Cloroformo y 10 ml de solución Wijs, se deja reposar en un lugar oscuro durante 30 minutos, luego se añade 5ml de KI al 15% y 100 ml de agua, después se titula con Tiosulfato de sodio 0.1N, y como indicador 1 ml de solución en alcohol de almidón al 5%.

$$\text{Índ.Iodo.} = ((V_b - V_m) \times N \times 56.1) / PM$$

**V<sub>b</sub>**= volumen gastado para el blanco.

**V<sub>m</sub>**= Volumen gastado para titular la muestra.

**N**= Normalidad.

**PM**= Peso de Muestra

**Índice de Peróxidos (AOCS Cd 8-53):** Indica en que extensión ha experimentado el aceite la rancidez oxidativa. Se define como mili equivalente de peróxido por Kg de grasa.

Se pesan 30 ml de Ácido acético/cloroformo, se añade 0.5 ml de solución saturada de KI, se reposan 2 minutos en la oscuridad y se agregan 30 ml de agua, titular con Tiosulfato de sodio, y como indicador solución alcohólica de almidón al 1%.

$$\text{Índ.Peróxidos.} = (V \times N \times 1000) / PM$$

**V<sub>b</sub>**= volumen gastado para el blanco.

**V<sub>m</sub>**= Volumen gastado para titular la muestra.

**N**= Normalidad.

**PM**= Peso de Muestra

**Aceites y Grasas de origen animal y vegetal. Determinación de la Densidad Relativa (Método del Picnómetro) NTN INEN 0035:2012.**

**1.-) Pesada del picnómetro.**



Pesar en la balanza analítica, con precisión de 0.000 1 g, el picnómetro vacío, limpio y seco, conjuntamente con sus partes (termómetro incorporado o tapón, según sea el caso). Registrar el resultado como m0.

## 2.-) Pesada del agua destilada.

Llenar completamente el picnómetro limpio y seco con agua destilada recién hervida y enfriada a 20 °C, y sumergirlo en un baño de agua incorporado o el tapón, según sea el caso, evitando la inclusión de burbujas de aire, y secar el exterior del picnómetro con papel absorbente adecuado. Pesarlo en la balanza analítica, con precisión de 0.000 1 g y registrar el resultado como m1.

## 3.-) Pesada de la muestra.

Se procede como se indica en el apartado 1 , reemplazando el agua por la muestra de ensayo preparada según se indica en el apartado 2. Registrar el resultado como m2.

**Viscosidad Cinemática ASTM D-445:** Se usó el viscosímetro de Ostwald que consiste en introducirlo en un baño maría, y con un termómetro externo se señala la temperatura deseada (40°C) donde se carga aproximadamente 12.2 ml de muestra y se mantiene durante 10 minutos antes de iniciar con el tiempo en segundos que genera la corrida de la muestra, culminado el ensayo, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\vartheta = Cxt$$

$\vartheta$ : Viscosidad cinemática, en mm<sup>2</sup>/s

C: Constante de Calibración del Viscosímetro en mm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

t: Tiempo de flujo en segundos

\*AOCS: American Oil Chemists' Society.

## Resultados

En relación cáscara-semilla de ingreso de la Línea CP052 en diferentes grados de maduración en la tabla 3, la semilla de mayor peso porcentual es el estado seco con 68.39%, seguido del sobremaduro 66.49%, maduro 64.14% y pintón 37.43%. Así mismo es el % de extracción de aceite por solvente, donde el maduro es de mayor peso porcentual con 33.94% de aceite, seguido de 31.40% de sobremaduros, 29.37% de maduro y 27.90% de pintón.

**Tabla 3.** Ingreso del fruto de piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la línea CP052 en diferentes grados de maduración para la extracción del aceite.EEP.2018.

Grado de Madurez	%Cáscara	%Semilla	% Humedad	% Extracción de Aceite
<b>Pintón</b>	62,57	37,43	78,78	27,90
<b>Maduro</b>	35,86	64,14	77,84	33,94
<b>Sobremaduros</b>	33,51	66,49	68,81	31,40
<b>Seco</b>	31,61	68,39	38,51	29,37

En la tabla 4, la relación cáscara-semilla de ingreso de la Línea CP054 en diferentes grados de maduración, la semilla de mayor peso porcentual es el estado seco con 63.85%, seguido del sobremaduro 62.21%, maduro 60.51% y pintón 35.77%. Así mismo es el % de extracción de

aceite por solvente, donde el seco es de mayor peso porcentual con 34.70% de aceite, seguido de 34.15% de maduros, 30.52% de pintón y 27.90% de sobremaduros.

**Tabla 4.** Ingreso del fruto de piñón (*Jatropha Curcas* L.) de la línea CP054 en diferentes grados de maduración para la extracción del aceite.EEP.2018.

Grado de Madurez	%Cáscara	%Semilla	% Humedad	% Extracción de Aceite
<b>Pintón</b>	64,23	35,77	79,19	30,52
<b>Maduro</b>	39,49	60,51	75,85	34,15
<b>Sobremaduros</b>	37,79	62,21	70,18	27,90
<b>Seco</b>	36,15	63,85	35,55	34,70

De acuerdo al análisis estadístico realizado a la línea CP052 (Tabla 5) hubo significación estadística en índice de peróxidos e índice de acidez. El índice de yodo, índice de saponificación y viscosidad cinemática de cada grado de maduración no hay significancia estadística en cada grado de maduración.

Conforme a Intervalos de confianza de Tukey del 95%, se establecieron 3 rangos de significancia estadística en el índice de peróxidos, siendo el seco que tiene un mayor índice de peróxidos de 1,39 miliequivalente de peróxido sobre kilogramo de muestra de aceite, seguido de frutos maduros (0,87 Meq de peróxido/Kg muestra) frutos pintones y sobremaduros (0,66 Meq de peróxido/Kg muestra). Respecto al índice de acidez, hay dos rangos de significancia estadística, siendo el fruto pintón el de mayor contenido con 3,57 mg de Hidróxido de Potasio por cada gramo de muestra de aceite, seguido de los frutos maduros y sobremaduros (1,53 mg KOH/g), finalmente los frutos secos (1,03 mg KOH/g). En el índice de Iodo no hubo significancia estadística, pero si frutos de mayor contenido de dobles enlaces, el frutos pintón (113,44 g IODO/100g) seguido de frutos sobremaduros (112,77 g IODO/100g), frutos secos (110,41 g IODO/100g) y frutos maduros (106,28 g IODO/100g). En el índice de saponificación no hubo significancia estadística, siendo el fruto seco que por cada gramo de aceite de piñón (*Jatropha curcas* L.) se necesitan 201.03 mg de hidróxido de potasio, continuando con frutos sobremaduros con 199,16 mg KOH/g, frutos maduros de 186,82 mg KOH/g y frutos pintones con 180,46 mg KOH/g. En la viscosidad cinemática no hubo rangos de significancia estadística, en donde el aceite del fruto sobremaduro es de 32,62 mm<sup>2</sup>/s, seguido del fruto seco con 32,44 mm<sup>2</sup>/s, 32,05 del fruto pintón 32,05 mm<sup>2</sup>/s y 31,88 mm<sup>2</sup>/s de frutos sobremaduros.

**Tabla 5.** Estudios físicos químicos del aceite de piñón (*Jatropha Curcas* L) de la Línea CP052 en diferentes grados de maduración. EEP.2018.

Estado de Maduración	Índice de Peróxidos	Índice de Acidez	Índice de IODO	Índice de saponificación	Viscosidad Cinemática
Unidades	Meq de peróxido/K g muestra.	(mg KOH/g )	g IODO/100 g	(mg KOH/g )	mm <sup>2</sup> /s
Frutos Pintones	0,66b	3,57a	113,44a	180,46a	32,05a
Frutos Maduros	0,87ab	1,53b	106,28a	186,82a	31,88a
Frutos Sobremaduros	0,66b	1,53b	112,77a	199,16a	32,62a
Frutos Secos	1,39a	1,03b	110,41a	201,03a	32,44a

Abc: Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey  $p > 0,05$ .

De acuerdo al análisis estadístico realizado a la línea CP054 hubo significación estadística en todos los estudios físicos químicos del aceite de piñón en cada grado de maduración (tabla 4).

En la tabla 6, conforme a Intervalos de confianza de Tukey del 95%, se establecieron 4 rangos de significancia estadística en el índice de peróxidos, siendo el seco que tiene un mayor índice de peróxidos de 2,18 miliequivalente de peróxido sobre kilogramo de muestra de aceite, seguido de frutos sobremaduros maduros (1,32 Meq de peróxido/Kg muestra), luego los frutos pintones (0,66 Meq de peróxido/Kg muestra) y finalmente los frutos maduros con un valor de 0,44 Meq de peróxido/Kg muestra. Respecto al índice de acidez, hay tres rangos de significancia estadística, siendo el fruto sobremaduro el de mayor contenido con 0,38 mg de Hidróxido de Potasio por cada gramo de muestra de aceite, seguido de los frutos secos (0,33 mg KOH/g), seguido de los frutos pintones mg KOH/g y con 0,25 mg KOH/g finalmente los frutos maduros. En el índice de Iodo hay tres rangos de significancia estadística, los frutos con mayor contenido de dobles enlaces, los frutos secos (116,63 g IODO/100g) seguido de frutos sobremaduros (110,03 g IODO/100g), los frutos pintones (104,01 g IODO/100g) y frutos maduros (92,15 g IODO/100g). En el índice de saponificación hubo tres rangos de significancia estadística, siendo los frutos secos que por cada gramo de aceite de piñón (*Jatropha curcas* L.) se necesitan 178,96 mg de hidróxido de potasio, continuando con frutos maduros con 177,46 mg KOH/g, los frutos pintones de 176,72 mg KOH/g y frutos sobremaduros con 172,23 mg KOH/g. En la viscosidad cinemática hubieron dos rangos de significancia estadística, en donde el aceite del fruto sobremaduros emitieron resultados de 31,91 mm<sup>2</sup>/s, seguido de los frutos maduros con 31,89 mm<sup>2</sup>/s, los frutos pintones 30 mm<sup>2</sup>/s y 29,75 mm<sup>2</sup>/s de frutos secos.

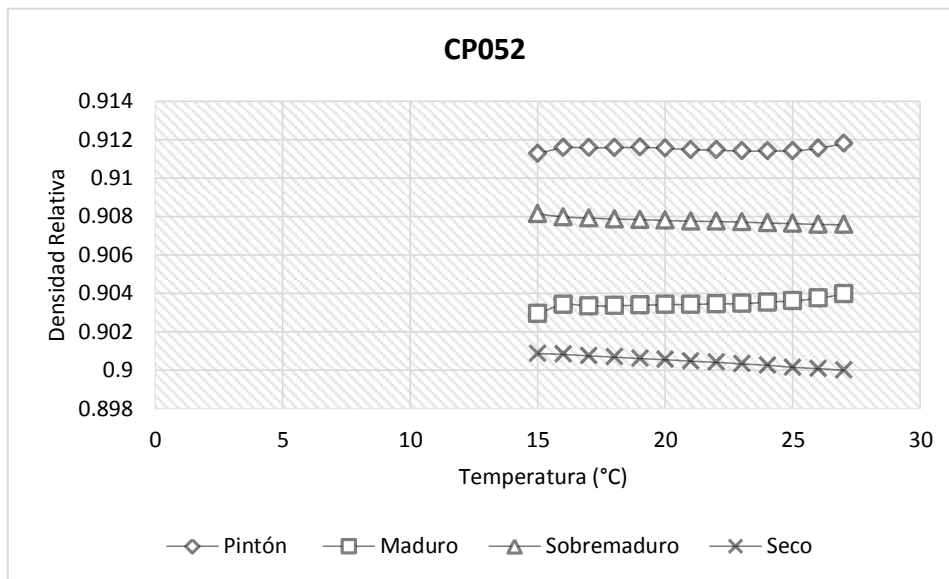
**Tabla 6.** Estudios físicos químicos del aceite de piñón (*Jatropha Curcas* L) de la Línea CP054 en diferentes grados de maduración.EEP.2018.

Estado de Maduración	Índice de Peróxidos	Índice de Acidez	Índice de IODO	Índice de saponificación	Viscosidad Cinemática
Unidades	Meq de peróxido/K g muestra.	(mg KOH/g)	g IODO/100 g	(mg KOH/g)	mm <sup>2</sup> /s
Frutos Pintones	0,66c	0,28ab	104,01ab	176,72ab	30,00b
Frutos Maduros	0,44d	0,25b	92,15b	177,46ab	31,89a
Frutos Sobremaduros	1,32b	0,38a	110,03a	172,23b	31,91a
Frutos Secos	2,18a	0,33ab	116,63a	178,96a	29,75b

Abc: Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey  $p > 0,05$ .

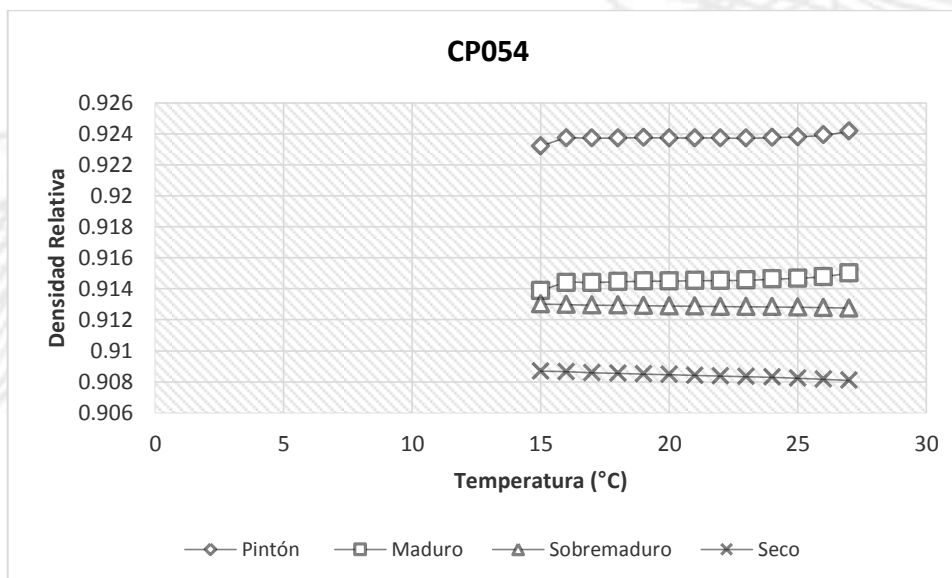
El aceite de los granos de piñón (*Jatropha curcas* L.) de la Línea CP052 de los frutos pintones, presenta mayor densidad relativa en las escalas de temperatura desde 15 a 27°C de rangos de 0,9112 a 0,9118 respectivamente como lo indica el gráfico 1, mientras en los frutos maduros presentan valores de 0,9029 a 0,9039 desde los 15 a 27°C, en los frutos

sobremaduros 0,9081 a 0,9075 desde los 15 a 27°C y en los frutos secos 0,9009 a 0,9000 desde los 15 a 27°C.



**Figura 10.** Densidad Relativa con diferentes niveles de temperatura en cada grado de maduración del piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la Línea CP052.EEP.2018

El aceite de los granos de piñón (*Jatropha curcas L.*) de la Línea CP054 de los frutos pintones, presenta mayor densidad relativa en las escalas de temperatura desde 15 a 27°C de rangos de 0,9232 a 0,9242 respectivamente como lo indica el gráfico 11, mientras en los frutos maduros presentan valores de 0,9139 a 0,9150 desde los 15 a 27°C, en los frutos sobremaduros 0,9130 a 0,9127 desde los 15 a 27°C y en los frutos secos 0,9086 a 0,9080 desde los 15 a 27°C.



**Figura 11.** Densidad Relativa con diferentes niveles de temperatura en cada grado de maduración del piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la Línea CP054.EEP.2018.

### Conclusiones

En el ingreso del fruto de piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la línea CP052 y CP054 en diferentes grados de maduración para la extracción del aceite, el mayor contenido de cáscara y humedad es el fruto pintón, el mayor porcentaje de semilla están el fruto seco. El % de extracción de aceite en los frutos maduro en la línea CP052 y CP054.

El mayor contenido de índice de peróxido se obtuvo en los frutos secos de la línea CP052 y CP054.

En el índice de acidez, el mayor consumo de mg de hidróxido de potasio en un gramo de aceite lo obtuvieron los frutos pintones de la línea CP052 y los frutos sobremaduros en la línea CP054.

Los frutos con mayor contenido de dobles enlaces referente al índice de Iodo son los frutos pintones en la línea CP052, mientras en la línea CP054 son los frutos secos.

Los frutos secos de la línea CP052 y CP054 alcanzaron un elevado índice de saponificación en relación a los otros grados de maduración.

Los valores arrojados en la viscosidad cinemática en los frutos sobremaduros sobresale a los otros estados de maduración tanto en la línea CP052 y CP054.

En la densidad relativa, tanto en las líneas CP052 y CP054, resalta los frutos pintones en relación a los demás estados de maduración.

## Referencias

- AOCS Ca 5a-40. (2009). Ácidos grasos libres, métodos oficiales y prácticas recomendadas de la American Oil Chemists Society, 6ta. edición, EE. UU.
- AOCS Cd 8-53. (2009). Valor del peróxido. Método del ácido acético-cloroformo, métodos oficiales y prácticas recomendadas de la American Oil Chemists' Society, 6ta Edición, EE. UU.
- AOCS Cd 1-25. (2009). Índice de iodo (Wijs). Métodos oficiales y prácticas recomendadas de la American Oil Chemists' Society, 6ta Edición, EE. UU
- ASTM International. D- 445. (2017). Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity). West Conshohoken, United States.
- Garay, R., Hidalgo, E., Alegría, J. A., y Mendieta, O. (2012). Determinación de Periodos Fisiológicos en la Maduración y Calidad del Aceite de Piñón Blanco (*Jatropha curcas L.*). Información tecnológica, 23(4), 53-64.
- Norma Técnica Ecuatoriana. INEN 0035. (2012). Determinación de la densidad relativa (método del picnómetro).
- Remmele, E., y Thuneke, K. (2007, May). Pre-standard DIN V 51605 for rapeseed oil fuel. In 15th European Biomass Conference & Exhibition. Berlin, Germany2007 (pp. 2612-3).
- Rodriguez J. Química y análisis químico. (s.f).Índice de saponificación (Índice de Koettstorfer) pag. 233.ISBN:978-84-15884-57-6.

## ACTIVIDADES ADICIONALES

### Actividad 3. Determinación del análisis Proximal de Bromatología y Energía Bruta de pellets de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en el Laboratorio de Bromatología y Calidad en el INIAP E.E. Portoviejo

**Responsable:** Ing. Q. Wilmer Hernán Ponce Saltos.

**Colaboradores:** Ing. Gloria Cobeña Ruiz (Programa de Yuca y Camote).

#### Antecedentes

El Programa de Yuca y Camote, entregó al departamento de Bromatología y Calidad, unas muestras de Pellets de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), en los cuales solicitó verbalmente determinar el análisis proximal de Bromatología y Energía.

#### Objetivos

Determinar el análisis Proximal de Bromatología y Energía Bruta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en el Laboratorio de Bromatología y Calidad en el INIAP E.E. Portoviejo.

#### Metodología

Determinación de Proteína (método Khejdahl), Fibra Cruda, Extracto Etéreo o Grasa Cruda (Método Soxhlet), Contenido de Cenizas, Contenido de Humedad, Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) mediante método FAO y Energía Bruta (método Atwater).

Para la obtención del % de humedad, se realizó en el equipo termo balanza, y se expresa como relación de agua por materia seca a temperaturas de 105 +/-2 durante un periodo de tiempo, calculándolo directamente.

Realizado el porcentaje de humedad, se determinó el contenido de Grasa Cruda o Extracto Etéreo, con el solvente Hexano y el equipo Soxhlet; obtenido el contenido de Grasa Cruda, se determinó el porcentaje de Proteína, Fibra Cruda y finalmente Cenizas y estos resultados se calculan con la diferencia de 100% para obtener el Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), constituido principalmente por carbohidratos digeribles (FAO, s.f.). La Energía Bruta se calcula con el método atwater en Kcal/g.

#### Resultados

En la tabla 7, en el análisis de Bromatología y Energía Bruta de muestras de Pellets de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), destaca el contenido de Proteína con el 34.56%, seguido del contenido de Fibra con 23.62%, Grasa (9.63%) Y finalmente porcentaje de humedad. El ELN (Extracto Libre de Nitrógeno), que es la diferencia de 100 menos los contenidos ya mencionados fue de 20.67%, esto ayudó a calcular la energía bruta de 307.56 Kcal/g.

**Tabla 7.** Análisis proximal de Bromatología y Energía Bruta de Pellets de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*).EEP. 2018

Humedad (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	Fibra (%)	Proteína (%)	ELN (%)	Energía Bruta (Kcal/g)
5,62	9,63	5,91	23,62	34,56	20,67	307,56

#### Conclusiones

Las muestras de Pellets de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) tiene un alto contenido de Proteína y un bajo contenido de humedad.

#### Referencias:

FAO (s.f.). Analisis Proximales. En línea. Recuperado en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S03.htm>

### Actividad 4. Determinación de las características Físico y Químicas de la Maracuyá Silvestre en el Laboratorio de Bromatología y Calidad en el INIAP E.E. Portoviejo.

**Responsable:** Ing. Q. Wilmer Hernán Ponce Saltos.

**Colaboradores:** Ing. Hugo Álvarez Plua (Programa de Fruticultura), Ing. Néstor Valarezo Beltrón (Programa de Fruticultura).

#### Antecedentes

El 05 y 12 de Julio del 2018, Programa de Fruticultura entregó al Departamento de Bromatología y Calidad dos muestras, una muestra de 6 y 10 frutos de Maracuyá Silvestre, en lo que solicitó verbalmente la caracterización física y química.

#### Objetivo

Determinar las características Físico y Químicas de la maracuyá Silvestre en el Laboratorio de Bromatología y Calidad en el INIAP E.E. Portoviejo.

#### Metodología

**Método de análisis:** Se han realizado Solidos Soluble como °Brix (Método de Refractómetro), Acidez titulable (AOAC, 1990), Índice de Madurez (Relación de °Brix con acidez titulable), pH (Potenciómetro), y parámetros físico como peso de la fruta, volumen de jugo para rendimiento, peso de pulpa como lo manifiesta Cruz *et al.* (2010), diámetro y altura de la Fruta

#### Procedimiento

Los seis frutos se pesaron en una balanza analítica de precisión, se tomaron las medidas de diámetro y altura de la fruta, para luego extraer la pulpa con semillas, que también es pesado, el jugo se extrae en un embudo de Buchner, dicho jugo se va a realizar los análisis de °Brix mediante refractómetro, densidad pesando el jugo sobre un volumen de 50 ml, luego pH mediante el potenciómetro previamente calibrado y finalmente la acidez titulable titulando mediante Hidróxido de Potasio, cabe indicar, que la segunda muestra de los diez frutos se hizo el mismo procedimiento.

#### Resultados

En la tabla 8, en la muestra 1 en el promedio del peso de fruto refleja un resultado de peso de 27,95 g a diferencia de la pulpa con un valor de 19,43 g, la cáscara tiene un promedio de 8,52 g y el diámetro y altura de 4,2 y 4,6 cm respectivamente. En la muestra 2 de los diez frutos, el valor del peso del fruto es de 37,15 g promedio, el peso de la pulpa generó un valor de 22,70

g y un peso de cáscara de 14,40 g. El diámetro y altura arrojaron resultados de 4,2 y 4,9 cm respectivamente.

**Tabla 8.** Promedios de análisis físicos de la muestra de seis frutos de Maracuyá Silvestre. EEP.2018

Propiedades	Muestra 1	Muestra 2
<b>Peso Fruto (g)</b>	27,95	37,15
<b>Peso pulpa (g)</b>	19,43	22,70
<b>Peso de cáscara (g)</b>	8,52	14,40
<b>Diámetro (cm)</b>	4,2	4,2
<b>Altura (cm)</b>	4,6	4,9

En la tabla 9, en los análisis físico-químicos, la muestral 1 tiene un °Brix de 13, un pH ácido de 2,44 y una acidez titulable de 34 g de ácido cítrico en un litro. El índice de madurez, que es la division de °Brix con la acidez titulable generó un valor de 0.38. La muestra 2, reflejó un valor de 16,5°Brix, un pH ácido de 2,9 y una acidez titulable de 15,99 g de ácido cítrico en un litro, el índice de madurez es 1,03.

**Tabla 9.** Promedios de análisis físico-químicos de la muestra de seis frutos de Maracuyá Silvestre. EEP.2018.

Propiedades	Muestra 1	Muestra 2
<b>°Brix</b>	13	16,5
<b>pH</b>	2,44	2,9
<b>Acidez titulable (g Ácido Cítrico/L)</b>	34	15,99
<b>Índice de Madurez</b>	0,38	1,03

### Conclusiones

La muestra 2 en los análisis efectuados existe variabilidad con los resultados emitidos por la muestra 1.

### Recomendaciones

Seguir realizando estudios de esta especie silvestre con mayor número de muestras.

### Referencias:

A.O.A.C. Official method of analysis. Association of Official Analytical Chemistry. (1990). 16th edición, Ed. By Hoorwitz, N., P. Chialo, y H. Reynold, Washington, USA.

Cruz, Javier de la, Vargas O., Manuel, Angel, Oscar del, Garcia, Hugo S. (2010). ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES, FISICOQUÍMICAS Y FISIOLÓGICAS EN FRESCO Y DURANTE EL ALMACENAMIENTO REFRIGERADO DE MARACUYÁ AMARILLO (*Passiflora edulis* Sims var. *Flavicarpa*. Degener), PARA TRES CULTIVARES DE VERACRUZ MÉXICO.



Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha [en línea] 2010, 11. [Fecha de consulta: 10 de julio de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81315809004>> ISSN 1665-0204

## Actividad 5. Crecimiento y fenología de nueve variedades de camote en el valle del río Portoviejo.

**Responsable:** Ing. Q. Wilmer Hernán Ponce Saltos.

**Colaboradores:** Ing. Gloria Cobeña Ruiz.

### Antecedentes

El programa de Yuca y Camote ha solicitado al Laboratorio de Bromatología y Calidad realizar materia seca y proteína de 9 variedades comerciales de camote, en donde se efectúan evaluaciones agronómicas y fenológicas cada 10 días y dentro de los datos a evaluar que constan los ya mencionados hasta los 90 días, cabe recalcar, que los resultados son de apoyo al ensayo del Programa de Yuca y Camote: *"Crecimiento y fenología de nueve variedades de camote en el valle del río Portoviejo"*.

### Objetivo

Determinar el porcentaje de materia seca y proteína del follaje de 9 variedades comerciales de camote.

### Metodología

**Método de análisis:** Contenido de humedad (Método FAO) y Proteína (micro Kjeldahl).

### Procedimiento

**El porcentaje de humedad** se obtiene mediante la diferencia de la pérdida de peso por un período de 15 a 19 horas, en este método se recomienda el secado muestras a temperaturas comprendidas entre 101 a 105°C en una estufa. Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de humedad (en \%)} = \frac{P_i - P_f}{P_f} \times 100$$

Donde,

**P<sub>i</sub>** = peso de la muestra antes del secado.

**P<sub>f</sub>** = peso de la muestra después del secado.

**Determinación de Proteína Cruda:** Se pesa aproximadamente 1 g en un tubo de digestión Kjeldahl y añadiendo al mismo tiempo 15 ml de ácido sulfúrico concentrado con mezcla catalizador realizando la digestión ácida en un equipo digestor, terminada la digestión se hace una disolución con 100 ml de agua destilada, y adicionando a ello 50 ml de solución de hidróxido de sodio al 40 %, mientras tanto, se llevó al equipo de destilación Microkjeldahl en donde se produce el destilado mediante una digestión básica, cuyo producto se colocó en un recipiente con 40 ml de ácido bórico al 4% y así mismo titular con ácido clorhídrico 0.02 N hasta cambio de color de verde a rojo. El porcentaje de proteína se calcula:

$$\text{Proteína cruda (\%)} = \frac{V \times N \times 0.014007 \times FP}{PM} \times 100$$

en donde:

V	Volumen de ácido clorhídrico 0.1 N consumido, en ml
N	Normalidad exacta del ácido clorhídrico
PM	peso de muestra en g
0.014007	peso miliequivalente del nitrógeno
100	es la conversión a porcentaje
FP	factor de conversión de nitrógeno a proteína = 6.25, con excepción de trigo y sus derivados = 5.7

## Resultados

En la tabla 10, muestra que en los 20 días, las nueve variedades tienen un valor más del 80%; todas las variedades en el transcurso de los 90 días generan un decrecimiento del contenido de humedad, el guayaco Morado, CC 89-213, Philipino, Morado Brasil y Moch, llegan más del 60%, mientras que la variedad Toquecita, Pedrito y Pepino llegan a menos del 60%, la variedad INA llega hasta el 40,3% de humedad.

**Tabla 10.** Contenido de humedad del estado fenológico de 9 variedades comerciales de camote. EEP.2018

Variedades	20 días	30 días	40 días	50 días	60 días	70 días	80 días	90 días
<b>Toquecita (%)</b>	85,06	76,10	75,50	71,92	70,36	69,62	60,82	53,48
<b>Pedrito (%)</b>	83,92	77,01	75,81	66,63	67,33	64,02	59,53	58,01
<b>Guayaco Morado (%)</b>	85,65	83,80	78,71	76,08	75,93	72,34	73,46	64,75
<b>INA (%)</b>	85,26	71,76	61,71	59,48	55,96	48,07	41,09	40,3
<b>CC 89-213 (%)</b>	83,36	77,48	78,32	78,36	78,15	70,83	69,54	65,36
<b>Philipino (%)</b>	85,02	76,75	71,47	70,66	69,09	72,93	71,78	69,30
<b>Morado Brasil (%)</b>	86,47	82,68	77,82	69,34	74,74	66,81	68,82	68,10
<b>Moch (%)</b>	81,58	80,70	79,73	73,35	70,12	66,73	63,80	61,72
<b>Pepino (%)</b>	82,33	74,58	77,57	74,70	69,38	68,71	60,23	58,69

En el contenido de Proteína de la tabla 11, la variedad Philipino destacó con un valor de 14.48% de Proteína, a diferencia de la variedad Pepino (10.10%) que obtuvo un valor inferior a las otras variedades relacionadas.

**Tabla 11.** Contenido de proteína inicial del estado fenológico de 9 variedades comerciales de camote.

Variedades	%
<b>Toquecita</b>	13,35
<b>Pedrito</b>	11,70
<b>Guayaco Morado</b>	11,17
<b>INA</b>	12,66
<b>CC 89-213</b>	10,70

<b>Philipino</b>	14,48
<b>Morado Brasil</b>	13,95
<b>Moch</b>	13,41
<b>Pepino</b>	10,10

## Conclusiones

El follaje en los primeros 20 días en estudio presenta más del 80% de humedad, en los 90 días tienen un valor variable entre 40 y 70% de humedad. El valor de proteína inicial la variedad Philipino es la más sobresaliente.

## Referencias

- A.O.A.C. Official method of analysis. Association of Official Analytical Chemistry. (1990) 16th edición, Ed. By Hoorwitz, N., P. Chialo, y H. Reynold, Washington, USA.
- FAO (s.f.) Determinación de la estufa. Consultado el 11 de Diciembre del 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S02.htm>.

## Actividad 6. Evaluación de la Productividad de la variedad sintética QPM (blanco) en condiciones de choclo en diversos ambientes en el Litoral ecuatoriano.

**Responsable:** Ing. Q. Wilmer Hernán Ponce Saltos.

**Colaboradores:** Ing. Daniel Alarcón (Programa de Maíz), Ing. Jimmy Ricardo Limongi Andrade Mg. Sc. (Programa de Maíz).

## Antecedentes

El Programa de maíz de la Estación Experimental Portoviejo, entregó muestras de maíz choclo para la realización de análisis físicos a los materiales de maíz choclo (INIAP 528, Promisorio y Soberano) que constan en el Protocolo *“Evaluación de la Productividad de la variedad sintética QPM (blanco) en condiciones de choclo en diversos ambientes en el Litoral ecuatoriano”* en el Laboratorio de Bromatología y Calidad de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

## Objetivo

Determinar los análisis físicos de los materiales INIAP 528, Promisorio y Soberano en el Laboratorio de Bromatología y Calidad de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

## Metodología

**Método de análisis:** Extracto etéreo o grasa cruda (método soxhlet), contenido de cenizas, contenido de humedad, porcentaje de relación peso de hojas/mazorca.

## Procedimiento

Los ° Brix se ejecutó mediante el refractómetro, que consiste en medir la materia seca en 100g de disolución; en relación a las hojas/mazorca, que se separa para la obtención del peso, luego la mazorca se aisló los granos con un cuchillo para conseguir el resultado del peso de los mismos. El contenido de Humedad que es la relación de agua por materia seca, se lo realiza a temperaturas de 105 +/-2 durante 16 a 19 horas.

El contenido de Grasa Cruda o Extracto Etéreo es acorde al método Soxhlet (AOAC, 1990) con modificaciones. El contenido de cenizas mediante el equipo horno o mufla.

## Resultados

**Tabla 12.** Resultados de análisis físicos de materiales de maíz choclo.EEP.2018

Parámetros	INIAP 528	Promisorio	Soberano	Unidades
°Brix	7	11	10	g/100g
Hojas	47,3	38,8	41,8	%
Granos	42,0	42,1	34,2	%
Humedad	79,4	74,0	44,9	%
Cenizas	1,7	4,2	10,2	%
Grasa	0,5	2,0	1,5	%

En la tabla 12 en los grados brix, destacó el material promisorio con un resultado de 11 gramos de sólidos solubles (probablemente sacarosa) en una disolución, siguiendo el soberano con 10° Brix, mientras el menor grado Brix la variedad INIAP 528 (7 g/100g). Respecto a las hojas resalta la variedad INIAP 528 (47.3%) comparado al material Soberano (41.8%) y promisorio (38.8%) respectivamente.

En la misma tabla 12, en relación a los granos, existe una semejanza entre variedad INIAP 528 y el Promisorio, la variedad Soberano tiene menos peso.

La humedad (tabla 12) la variedad INIAP 528 y promisorio contienen más del 50% de humedad en los granos (79,4% variedad 528 y 74% Promisorio), y menor al 50% la variedad Soberano.

Las cenizas, la variedad Soberano (10.2%) es sobresaliente respecto a las variedad Promisorio (4.2%) e INIAP 528 (1.7%), es decir, contiene un porcentaje de residuos inorgánicos (minerales).

El contenido de grasa (tabla 12), la variedad promisorio (2.0%) destaca con relación a la variedad superior (1.5%) e INIAP 528 (0.5%) respectivamente.

## Conclusiones

La variedad promisorio, tiene características físicas sobresalientes en relación a la variedad INIAP 528 y Soberano.

## Recomendaciones

Aumentar más características físicas y complementar con análisis químico a las variedades estudiadas.

## Referencias

A.O.A.C. Oficial method of analysis. Association of Official Analytical Chemistry. (1990). 16th edición, Ed. By Hoorwitz, N., P. Chialo, y H. Reynold, Washington, USA

FAO (s.f.) Determinación de la estufa. Consultado el 11 de Diciembre del 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S02.htm>.

