



INIAP

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS**

ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO



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

SECCIÓN: ENTOMOLOGÍA

INFORME TÉCNICO ANUAL

2019



Tabla de contenido

<u>Proyecto 1. Eficacia de aceites vegetales contra larvas de lepidópteros-plaga del maíz</u>	76
<u>Proyecto 2. Influencia del sistema de producción del cacao sobre la diversidad de polinizadores</u>	84
<u>Proyecto/Actividad 3. <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) y sus enemigos naturales en Manabí.</u>	97
<u>Proyecto 4. Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión.</u>	108
<u>Proyecto 5. Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón <i>Gossypium hirsutum</i> (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano.</u>	127
<u>Proyectos/Actividades EXTRAPOA 2019</u>	223



INFORME TÉCNICO ANUAL 2019

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. 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.

Ing. Geover Peña. Recursos Fitogenéticos-EEP.

Mg. Benny Avellán. Transferencia de Tecnología-EEP.

Mg. Wilmer Ponce. Laboratorio de Bromatología-EEP.

Ph.D. Danilo Vera. Fitopatología EETP.

Ph.D. Karina Solis. Fitopatología EETP.

Ing. Sofía Peñaherrera. Fitopatología EETP.

M.Sc. Edwin Borja. Fitopatología- EETP.

Ph.D. Sandra Garcés. Entomología-EESC.

Ph.D. César Tápia. DENAREF-EESC.

Ph.D. Álvaro Monteros. DENAREF-EESC.

Ph.D. Lenin Paz. Virología EELS.

M.C. Daniel Navia. Nematología-EELS.

Ph.D. Luis Peñaherrera. Malezología EELS.

c. Equipo científico de soporte:

Ph.D. 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.

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

Ph.D. Anthony Cognato. Michigan State University.

Ph.D. Pablo Ignacio Marino. Museo de la Plata. Universidad Nacional de la Plata-Argentina).

5. Financiamiento:

Durante el 2019, el DNPV-Entomología de esta Estación, siguió contando con el apoyo económico de fuentes externas, con lo que ejecutó actividades de investigación, continuando con los proyectos financiados desde el 2018 y que está previsto que continúen durante el 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), la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM-MFL (Proyecto Polinizadores de Cacao), complementado con el gasto corriente de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP (otras actividades del POA).

Así mismo, durante el 2019 el personal del DNPV-Entomología, desarrolló los siguientes protocolos de investigación, aprobados por Comité Técnico en fecha 15/10/2019, mediante Acta de aprobación No. 16 y 17, respectivamente.

1. Efecto de bioherbicidas para el control de malezas en algodón (*Gossypium hirsutum* L.).
2. Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador.

Estos protocolos, se presentan en el marco del proyecto INIAP +Algodón “Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón *Gossypium* spp. (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano”, que ejecuta la Estación Portoviejo, como aporte al Proyecto país GCP/RLA/199/BRA "Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar". Estas investigaciones, corresponden a su vez a las tesis de Maestría en Agronomía, Mención Producción Agrícola Sostenible de la Universidad Técnica de Manabí, de los estudiantes Ciro Verduga y Marjorie Asanza.




6. Proyectos/Actividades:

Proyectos/Actividades-POA 2019	Fuente de financiamiento	Presupuesto (dólares)	Fecha de inicio y fin del proyecto	Producto generado 2019
1. Proyecto. Bioensayos de la eficacia del aceite de piñón <i>Jatropha curcas</i> L. sobre L1-L2 de <i>Spodoptera frugiperda</i> en maíz	EEP	1.160	2018-2019	-Informe Técnico
2. Proyecto. Influencia del sistema de producción del cacao sobre la diversidad de polinizadores: Actividad 1. Influencia de sustratos de cría de polinizadores en tres sistemas de producción de cacao fino y de aroma en dos zonas de Manabí.	EEP ESPAM-MFL	3000	2018-2019	-Informe Técnico, -Artículo científico
3. <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) y sus enemigos naturales en Manabí.	EEP	1.080		-Informe Técnico
4. Proyecto. “Etiología de la principal enfermedad de la teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”: Componente 2. 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)	155.000	2018-2020	-Informe Técnico, -Publicación de manual
5. Proyecto. Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón <i>Gossypium hirsutum</i> (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano. Actividad 1. Estudio del comportamiento adaptativo de la variedad de algodón BRS-336 introducida de Brasil en dos densidades poblacionales y un régimen de control fitosanitario en el valle del Río Portoviejo. Actividad 2. Identificación de grupos funcionales de artrópodos asociados al cultivo de algodón correlacionados con las condiciones ambientales. Actividad 3. Plan de regeneración de accesiones del género <i>Gossypium</i> spp. conservado en el banco de germoplasma del INIAP y nuevas recolecta en Ecuador. Actividad 4. Evaluación de la eficacia de varias alternativas MIP en el control de insectos-plaga en algodón en área confinada de la EEP. Actividad 5. Realización de eventos de capacitación dirigidos a productores, técnicos, estudiantes y demás interesados en la actividad algodонера. Actividad 6. Publicaciones de plegables, guías, manuales y artículos	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, proyecto algodón).	84.000	2018-2020	-Informe Técnico -Día de campo -Evento de capacitación -Poster en CBA-2019 -Artículo científico (borrador)
6. Elaboración de publicaciones científicas.				-Artículo polinizadores -Artículo de nematodos -Artículo MHC
7. Elaboración de publicación técnica.				Manual de teca Libro de piñón



Proyectos/Actividades EXTRAPOA 2019			
Caracterización genética de poblaciones de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Ecuador.	EEP	2018-2020	-Informe Técnico -Artículo científico
Inventario de microorganismos, organismos y especies vegetales invasoras presentes en los cultivos de las islas Galápagos.	Dirección de Investigaciones- INIAP	2016-2019	Documento Catálogo (en revisión final para su aprobación y publicación Online).
Establecimiento de cría de <i>Spodoptera frugiperda</i> en laboratorio.	EEP	2018-2020	-Informe Técnico -Cría de <i>Spodoptera</i>

7. Socios estratégicos para investigación:

Socio	Actividades de vinculación	Año	Estado
Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) España.	Financiamiento al Proyecto Teca	2018-2020	En ejecución
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria (INIA), España. Subsecretaría de Producción Forestal MAG-Ecuador.	Financiamiento de publicaciones (manual Teca) Análisis molecular de organismos asociados a “Muerte regresiva” 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. Financiamiento para la participación en eventos científicos y técnicos (Congresos, cursos, días de campo, etc.).	2018-2020	En ejecución
Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA).	Apoyo con variedades de algodón convencional. Publicación de documentos técnicos (libro piñón).	2018-2020	Activo
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).	Apoyo científico al Proyecto <i>Spodoptera</i> spp. Identificación molecular de <i>Spodoptera</i> spp. Escritura de artículos científicos.	2018-2020	Activo
Universidad Del Zulia (Venezuela), Facultad de Agronomía. División de Estudios para Graduados. Comité de Postgrado.	Asesoría al Proyecto polinizadores en sistemas de cacao.	2018-2021	Activo
Universidad del Estado de Michigan.	Colaboración en la escritura y posterior publicación de dos artículos científicos en maíz. Identificación de especímenes de escarabajos barrenadores	2019-2020	Activo
Escuela Superior Politécnica del Litoral: Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (ESPOL-CIBE).	Identificación del complejo viral en maíz (necrosis letal) Escritura de artículo científico.	2018-2020	Activo
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL).	-Ejecución en conjunto del Proyecto Polinizadores en sistemas de cacao (Co-tutor del proyecto de tesis doctoral). -Proyecto <i>Prodiplosis longifila</i> en tomate. (Tutor de tesis doctoral). -Publicación de artículos científico.	2018-2021	En ejecución

8. Publicaciones:

a. Artículos científicos:

Cañarte-Bermúdez, E.; Navarrete-Cedeño, B.; Montero-Cedeño, S.; Arredondo-Bernal, H.C.; Chávez-López, O. y Bautista-Martínez, N. (2019). Effect of neem on *Phyllocnistis citrella* and its parasitoid *Ageniaspis citricola* in Ecuador. *Enfoque UTE*. (Aprobado para su publicación).

Mendoza, D.; Rodríguez, F.; Cuenca, E.; Rivera, R.; **Navarrete, B. y Cañarte, E.** (2019). Efecto de cuatro láminas de riego y *Meloidogyne* spp. sobre características agronómicas y de rendimiento de tomate de mesa *Solanum lycopersicum* L. *Revista de la Universidad del Zulia.*, 26, 7-57.

Montero, S.; Sánchez, P.; Solórzano, R.; **Pinargote, A. y Cañarte, E.** (2019). Floración y Diversidad de Insectos Polinizadores en un Sistema Monocultivo de Cacao. *ESPAMCIENCIA*. 10(1): 1-7.

Nagoshi, N.; Nagoshi, B.; **Cañarte, E.; Navarrete, B.;** Solórzano, R. y Garcés, S. (2019). Genetic characterization of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ecuador and comparisons with regional populations identify likely migratory relationships. *Plos One*.14(9): e0222332. doi.org/10.1371/journal.pone.0222332.

Alarcón-Cobeña, D.F.; Limongi-Andrade, J.R.F.; Zambrano-Zambrano, E.E.; **Navarrete-Cedeño, J.B.** (2019). Desarrollo de una variedad de maíz tropical de grano blanco con calidad de proteína para consumo en fresco. Desarrollo de una variedad de maíz blanco con calidad de proteína.. *Avances en ciencias e ingenierías*, 11(17): 30-39.

Álvarez, H.; Limongi, R.; Peña, G.; **Navarrete, B.;** Zambrano, E.; Viera, W. (2019) Agro-Morphological Characterization “*In situ*” of *Tamarindus indica* L. in the Dry Forest of Ecuador. *Pertanika J. Trop. Agric. Sc.* 42 (3): 1-10.

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*. 36(2):174-179.

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), 146-151. doi.org/10.18004.

b. Manuales, Plegable, Cartillas, etc.:

Cobeña, R.; Cárdenas, F.; Zambrano, E.; **Cañarte, E.;** Mendoza, E.y Limongi, R. (2019). Variedad de camote Toquecita. Nueva alternativa para la producción familiar

campesina con enfoque industrial y seguridad alimentaria. Plegable No. 445. Estación Experimental Portoviejo.

c. Libros

Vera, D.; **Cañarte, E.**; **Navarrete, B.**; Solís, K.; **Muñoz, X.**; Cevallos V.; y Borja, E. (2019). *Muestreo de enfermedades vasculares e insectos barrenadores asociados a teca (*Tectona grandis* L.f.) y alternativas para su manejo*. Quito, Ecuador: Editorial Mendieta.

Vieira, A.; Richetti, A.; Pimenta, A.; Alves, A.; Brighenti, A.; Dianese, A.; Ramalho, A.; Laviola, B.; Martins, C.; Lima, C.; Kurihara, C.; da Silva, C.; de Oliveira, C.; Veronesi, C.; de Souza, C.; Paciullo, D.; Erasmo, E.; Rodrigues, E.; **Cañarte, E.**; dos Santos, F.; Gomes, F.; Binotti, F.; Santos, G.; Kikuti, H.; Silva, J.; Rocha, J.; da Costa, J.; Júnior, J.; Zuffellato Ribas, K.; da Silva, L.; Pedro-Neto, M.; Pyles, M.; Müller, M.; Machado, O.; Filho, O.; Teodoro, P.; Pereira, P.; de Oliveira, P.; Silva, R.; Sarmiento, R.; Rocha, R.; de Santana, T.; de Souza, V.; Spinelli, V.; de Vito Ros, V.; da Rocha, W. (2019). **Pinhão-manso: pesquisas, conhecimentos e práticas**. Eds. Laviola, B. y Rodrigues, E. EMBRAPA, Brasília, DF. **BRASIL**. 2019. 439p.

Cañarte, E., Peñaherrera-Colina, L., Navia, D., Vera, D., Macas, L., Paz, L., Duchicela, J., Allauca, J., Masache, V., Valverde, M., y Garcés-Carrera, S. (2019). **Catálogo de Organismos Asociados a Especies Agrícolas en la Provincia de Galápagos, Ecuador**. Publicación miscelánea 446. Comité Editorial. Estación Experimental Litoral Sur (listo para aprobación final del Comité de Publicaciones de la EELS para su publicación Online).

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

a. Eventos científicos (expositor):

Muñoz, X.; **Cañarte, E.**; **Navarrete, B.** y Vera, D. (2019). **Jornadas Técnico-Científicas INIAP Portoviejo 2019** “Escarabajos presentes en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) afectadas con “Muerte regresiva” en el Litoral ecuatoriano”. 25 al 28 de noviembre de 2019. Modalidad presentación oral. Portoviejo-ECUADOR.

Sotelo, R.; **Navarrete, B.** y **Cañarte, E.** (2019). **Jornadas Técnico-Científicas INIAP Portoviejo 2019** “Generación de tecnologías para incrementar la productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí.”. 25 al 28 de noviembre de 2019. Modalidad presentación oral. Portoviejo-ECUADOR.

Borja, E.; Vera, D.; Solís, K.; Peñaherrera, S.; **Cañarte, E.**; **Navarrete, B.**; **Muñoz, X.** y Guara-Requena, M. (2019). **XXVII Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología**. “Identificación de microorganismos fúngicos asociados con la Muerte regresiva de *Tectona grandis* L.f. en Ecuador”. 05 al 07 de noviembre de 2019. Modalidad presentación oral. Arica-CHILE. (Memorias).

Cañarte, E. y Navarrete, B. (2019). II Simposio Internacional Producción Integrada de Frutas 2019. Situación fitosanitaria de los cítricos en Ecuador. 24 y 25 de octubre de 2019. Modalidad Conferencia magistral. Quito-ECUADOR (Memórias).

Cañarte, E.; Navarrete, B.; Montero, S.; Arredondo-Bernal, H.; Chávez-López, O. y Bautista, N. (2019). **II Simposio Internacional Producción Integrada de Frutas 2019.** Efecto del nim sobre *Phyllocnistis citrella* y su parasitoide *Ageniaspis citricola* en Ecuador. 24 y 25 de octubre de 2019. Modalidad Poster. Quito-ECUADOR (Memórias).

Muñoz, X.; Cañarte, E.; Navarrete, B. y Vera, D. (2019). III Convención Científica Internacional de la UTM 2019 (CCIUTM). Escarabajos presentes en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) afectadas con “Muerte regresiva” en el Litoral ecuatoriano. 23 al 25 de octubre de 2019. Modalidad presentación oral. Portoviejo-ECUADOR. (Memórias).

Sotelo, R.; Navarrete, B. y Cañarte, E. (2019). III Convención Científica Internacional de la UTM 2019 (CCIUTM). Generación de tecnologías para incrementar la productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí. 23 al 25 de octubre de 2019. Modalidad presentación oral. Portoviejo-ECUADOR. (Memórias).

Erazo, M.; Ramirez-Villacis, D.; **Sotelo, R.**; Garcés-Carrera, S.; Leon-Reyes, A. (2019). **XV Foro Internacional Bananero IV Congreso Internacional de Biotecnología y Biodiversidad IV CIBB, Innovación y Tecnología Para el Agro-ecuatoriano.** Análisis de expresión de genes de defensa asociados al Metil Jasmonato en semillas de chocho andino (*Lupinus mutabilis* Sweet). 24 de octubre 2018. Modalidad Poster. Guayaquil-Ecuador.

Ponce, W.; Delgado, M. y **Muñoz, X. (2019). III Convención Científica Internacional de la UTM 2019 (CCIUTM).** Estudio preliminar para el aprovechamiento del cordoncillo (*Piper aduncun* L.) en la provincia de Manabí. 23 al 25 de octubre de 2019. Modalidad poster. Portoviejo-ECUADOR. (Memórias).

Zambrano, J.L.; Yáñez, C.; Sangoquiza, C.; Limongi, R.; Alarcón, D.; Zambrano, E.; Caicedo, M.; Villavicencio, P.; Cartagena, Y.; Parra, R.; Azaquibay, C.; Quimbiamba, V.; Nieto, M.; López, V.; Tapia, C.; Tacán, M.; Villacrés, E.; Garcés, S.; **Cañarte, E.; Navarrete, B.**; Carrillo, M.; Durango, W.; Molina, C.; y Pinargote, L. (2019). **XXIII Reunión Latinoamericana del Maíz y IV Congreso de Semillas.** Situación del cultivo de maíz en Ecuador: investigación y desarrollo de tecnologías en el INIAP. 07 al 10 de octubre de 2019. Modalidad presentación oral. Montería, Córdova-COLOMBIA (Memórias).

Cañarte, E.; Sotelo, A.; Navarrete, B. (2019). 12º Congresso Brasileiro do Algodão CBA-2019. Respuesta de la variedad de algodón BRS-336 a un programa de manejo bajo las condiciones de Manabí-Ecuador. 27-29 de Agosto de 2019. Modalidad Poster. Goiânia-GO-BRASIL. (Memórias).

Fernandes, J.; Bandeira, J.; Santos, J.; Pinto, I.; Sarmiento, R. y **Cañarte, E.** (2019). Sistemas de manejo intercalar podem afetar a diversidade e a abundância de ácaros em pinhão-mansão?. I Simpósio de Defesa Fitossanitária do Tocantins-SIMDEFI. 14 al 16 de mayo de 2019. Palmas, TO-BRASIL.

Rodrigues, O.; Rocha, J.; Carvalho, P.; Pinto, I.; Sarmiento, R. y **Cañarte, E.** (2019). Sazonalidade da acarofauna em função de diferentes sistemas de manejo intercalar na cultura do pinhão-mansão. I Simpósio de Defesa Fitossanitária do Tocantins- SIMDEFI. 14 al 16 de mayo de 2019. Palmas, TO-BRASIL.

b. Eventos Técnicos (expositor):

Beneficiarios de la capacitación otorgada por investigadores del DNPV-Entomología de la EEP y técnicos asociados, durante el 2019:

Cañarte, E., Navarrete, B., Mendoza, A. Taller de capacitación: “Identificación, reconocimiento y alternativas para el manejo integrado de insectos plagas y enfermedades del cultivo de maíz duro”. 19/12/2019. (30 técnicos extensionistas del MAG Manabí).

Peña, G. y **Asanza, M.** Capacitación sobre “Colección de algodón *Gossypium* spp.”. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador. Fecha 21/09/2019 (25 estudiantes de Maestría de la Universidad Técnica del Norte).

Cañarte, E., Navarrete, B., Mendoza, A. y Limongi, R. Asistencia Técnica a lotes de producción de semilla de maíz. Empresa de semillas PROMAM. 09-09-2019.

Navarrete, B. Taller sobre reconocimiento y manejo de *Diaphorina citri*. Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador. 04/09/2019. (11 técnicos de AGROCALIDAD).

Navarrete, B. Curso teórico-práctico Identificación y manejo de los principales insectos-plaga en el cultivo de limón: sobre reconocimiento y manejo de *Diaphorina citri*. Riochico, Portoviejo-Manabí. 15/08/2019. (22 productores limoneros).

Cañarte, E. Curso teórico-práctico Manejo técnico del cultivo de maní: Reconocimiento y alternativas de manejo de los principales artrópodosplaga de maní.: Productores de maní, técnicos del MAG, INIAP, GADs-cantoniales de Portoviejo y Santa Ana, docentes universitarios. 01/08/2019. (35 participantes).

Cañarte, E.; Navarrete, B. y Sotelo, R. Gira de capacitación “Manejo Integrado de Plagas”. Estudiantes del V nivel del Instituto Superior Técnico Paulo Emilio Macías. 18/07/2019. (35 estudiantes).

Cañarte, E. Charla “Artropofauna asociada a sistemas de producción de cacao y ¿su manejo?”. Estudiantes del IV Semestre de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. 10/07/2019. (40 estudiantes).

Cañarte, E., y Sotelo, R. Curso teórico-práctico “Manejo Integrado del Cultivo de Algodón” Tema 1. La semilla de algodón: ventajas de la selección de semilla y prueba de germinación del material de siembra. Tema 2. Manejo integrado del cultivo del algodón: avances de los resultados del proyecto +Algodón INIAP-FAO-2018. Pedro Carbo-Guayas (**25/01/2019**) y Tosagua-Manabí (**29/01/2019**) (19 productores de Pedro Carbo y 10 de Tosagua).

c. Día de campo

Cobeña, G.; **Cañarte, E.**; Ponce, W. y Avellán, B. Participación como apoyo en el área fitosanitaria en el “Día de campo para la liberación de la variedad de Camote INIAP TOQUECITA. Salitre (Guayas). **11/12/2019**. (58 participantes entre productores, técnicos y autoridades).

Cobeña, G.; **Cañarte, E.** y Muñoz, X. Participación como apoyo en el área fitosanitaria en el “Día de campo para la liberación de la variedad de Camote INIAP TOQUECITA. Estación Experimental Portoviejo (Manabí). 19/11/2019. (700 participantes entre productores, técnicos, profesores y estudiantes universitarios, autoridades).

Limongi, R.; **Navarrete, B.** y Mendoza, A. Participación como apoyo en el área fitosanitaria en el “Día de campo para la liberación de la variedad de maíz Nutri Choclo INIAP 543-QPM. Estación Experimental Portoviejo (Manabí). 19/11/2019. (700 participantes entre productores, técnicos, profesores y estudiantes universitarios, autoridades).

En el marco del Proyecto GCP/RLA/199/BRA “Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar”, firmado entre la Agencia Brasileña de Cooperación (ABC/MRE), el Instituto Brasileño del Algodón (IBA) y la Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe (FAO RLC). El Departamento de Entomología de la Estación Portoviejo organizó el “**Día de campo “Manejo Integrado del Cultivo de Algodón en Ecuador”**”, cuyo objetivo fue mostrar los principales avances en la generación de tecnología que el INIAP está desarrollando en el cultivo de algodón. Se establecieron cuatro estaciones con temas puntuales: Estación 1: manejo integrado del cultivo de algodón (**Ernesto Cañarte**, Alma Mendoza); Estación 2. Grupos funcionales de artrópodos asociados a algodón (**Bernardo Navarrete, Rafael Sotelo**); Estación 3. (Banco de Germoplasmas del

algodón (Geover Peña, **Marjorie Azanza**, Eddie Zambrano) y Estación 4. Cosecha y Postcosecha de Algodón (Wimper Rodríguez-FAO, Jhonny Malleza, Ramón Solórzano). Estación Experimental Portoviejo, Manabí-Ecuador. 15/08/2019. (156 Asistentes). Investigadores EEP (17), Personal de apoyo-EEP (19), MAG (18), GAD (2), Profesores universitarios (12), Alumnos universitarios (3), FAO (5), Técnicos Funalgodon (6), productores algodoneros de Tosagua (42) y productores algodoneros de Pedro Carbo (32). Para la realización de este evento se contó con el apoyo financiero y logístico del Proyecto GCP/RLA/199/BRA administrado por FAO.

d. Capacitación recibida de los investigadores del DNPV-Entomología de la EEP. 2019

Internacional:

Cañarte, E. 12 Congreso Brasileño del Algodón. **27-29/08/2019** Goiania, GO-BRASIL.

Sotelo, R. Curso sobre picudo del algodoner. **10-11/07/2019**. Brasilia, **BRASIL**.

Nacional:

Sotelo, R. Procesos administrativos Representación Ecuador FAO-EC. **21/11/2019**. (On line).

Sotelo, R. Curso: El enfoque de marco lógico y su aplicación en los proyectos FAO, en proceso. Núcleo de Capacitación en Políticas Públicas. (On line).

Cañarte, E., Navarrete, B., Sotelo, R. Muñoz, X. Curso-taller “Experiencias en manejo sostenible de algodón para la agricultura familiar campesina y uso de la cosechadora de mochila”, dirigido a técnicos del MAG, INIAP, FUNALGODON, estudiantes de la UTM, profesores de la ESPAM-MFL. Instructores (Ing. Ricardo Pereira (EMPAER-Brasil) y Carlos Felipa (Proyecto +Algodón Perú)). Auspiciado por el Proyecto GCP/RLA/199/BRA +Algodón. Presencial. **17-18/09/2019**. Portoviejo-Manabí.

Navarrete, B "Webinar How to Publish Your Research". 22/08/2019. Springer Nature (On line).

Navarrete, B.; Zambrano, E. Mendoza, A.; Avellan, B. Capacitación sobre Foc Ra4. EE Tropical Pichilingue. **9/07/2019**.

Navarrete, B "Buenas Prácticas en la Publicación de Artículos Científicos" **26/06/2019**. Springer Nature (On line).

Sotelo, R. Curso Prevention of Fraud and other Corrupt Practices, **28/05/2019**. you@fao . (On line).

Cañarte, E., Sotelo, R., Navarrete, B. Taller de capacitación sobre “Producción sostenible de algodón en Manabí”, para extensionistas del MAG, técnicos del INIAP, FUNALGODON y estudiantes UTM. Instructor (América González. Coordinador Nacional de Proyecto +Algodón de Paraguay (FAO)). Auspiciado por el Proyecto GCP/RLA/199/BRA +Algodón. Presencial. **14/05/2019** Portoviejo, Manabí.

Navarrete, B. Zambrano, E. Capacitación en Establecimiento, Mantenimiento y Aprovechamiento de Plantaciones Forestales. Subsecretaría de Producción Forestal (SPF). Guayaquil, **18/04/2019**.

Cañarte, E. "Impacto de insecticidas sobre fauna benéfica. Métodos de exposición en el laboratorio y campo". Charla. Ponente Isis Jaimez Ruiz. Auditorio de la Facultad de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Técnica de Manabí. Lodana, Santa Ana-Manabí. Presencial. **11/04/2019**.

Cañarte, E. y Navarrete, B. "Reconocimiento y prevención de riesgos psicosociales". Charla Informativa en auditorio, Estación Experimental Portoviejo-Manabí. Presencial. **05/04/2019**.

Navarrete, B. y Muñoz, X. Réplica de conocimientos en el tema: "Contribución de la Diversidad Genética Cultivada con el Manejo de Roya en los Sistemas Tradicionales del Cultivo de Fréjol en Ecuador". Ponente Dr. José Benjamín Ochoa Lozano, investigador de la EE Santa Catalina. Auditorio de la EE Tropical Pichilingue. Presencial. **03/04/2019**.

Navarrete, B. "Webinar | Escritura Científica". **28/03/2019**. Springer Nature (On line).

Sotelo, R. Curso BAFE, **6/02/2019**. UNDSS. (On line).

Cañarte, E., Navarrete, B. y Sotelo, R. Charla Magistral "Caracterización morfoagronómica y molecular como base del mejoramiento genético de frutales" y "Aplicación de un descriptor morfoagronómico en la caracterización de una especie frutal". Presencial. **22-23/01/2019**. Estación Experimental Portoviejo-Manabí.

e. Visitas de misiones

En este periodo, el DNPV-Entomología contó con la visita de varias misiones técnicas, principalmente relacioandas con el Proyecto +Algodón y el Proyecto Teca:

- Visita del Dr. Josep Borrrell, Ministro de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación de España, conjuntamente con la Agencia Española de

Cooperación Internacional para el Desarrollo AECID, con el objetivo de conocer los principales proyectos y programas de investigación del INIAP que son apoyados por la Cooperación Española, dentro de los cuales, está el Proyecto Teca. Se programó un stand con evidencias de los resultados del proyecto, se contó con la participación del equipo del proyecto INIAP-teca (**Ings. Bernardo Navarrete, Xavier Muñoz**, Edwin Borja, Sofía Peñaherrera, Dra. Karina Solís). **30/03/2019**.

- Visita del representante Sr. Dr. John Preissing, representante de la FAO-Ecuador con el objetivo de conocer los avances del Proyecto INIAP-FAO “Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano”. Estación experimental Portoviejo. **25/04/2019**.
- Visita de la Ing. América Gonzales, Coordinadora Nacional del Proyecto +Algodón de Paraguay. Estación Experimental Portoviejo. Se intercambiaron información y experiencias generadas en el proyecto +Algodón entre los países de Paraguay y Ecuador. Se acordó la posibilidad de contar con la visita de apoyo y asesoría de técnicos de ITTA-Paraguay en el tema de mejoramiento de algodón. **13/05/2019**.
- Visita de la Dra. Doris Chirinos, entomóloga docente de la Universidad Técnica de Manabí. **28 /05/2019**.
- Visita de misión del Senescyt encabezada por la Ing, Lourdes Ordoñez. **29 /05/2019**.
- Visita del Dr. Cesar Tapia, Responsable del DENAREG-INIAP y el Dr. Andrés Simbaña, Director Administrativo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, interesados en los avances realizados en la colección de algodón *Gossypium* spp. ubicada en la Estación Experimental Portoviejo. **05/06/2019**.
- Visita y reunión de trabajo con la misión FAO RLC y ABC procedente de Brasil, para realizar seguimiento del proyecto +Algodón, con motivo de la II REUNIÓN DE COMITÉ DE ACOMPAÑAMIENTO AL PROYECTO PAÍS ECUADOR (CAP). Se presentaron los avances y resultados del proyecto con el equipo técnico de la Estación Experimental Portoviejo, en su primer año de implementación, mediante trabajos de generación de tecnología. Estación Experimental Portoviejo. **07/08/2019**.
- Visita de los Ings. Ricardo Pereira (EMPAER-Brasil) y Carlos Felipa (Proyecto +Algodón Perú), con el objetivo de implementar el uso de las máquinas cosechadoras de algodón tipo “mochila” y eléctrica. Además, de brindar sus experiencias en el manejo sostenible del cultivo de algodón en Brasil y Perú. Estación Experimental Portoviejo. **16 y 20/09/2019**.



f. Revisor de Revistas Indexadas:

Cañarte, E. 2019. Revista Agronomía Mesoamericana, Costa Rica (1 artículo).

Cañarte, E. 2019. Revista Colombiana de Entomología, Colombia (1 artículo).

Navarrete, B. 2019. Revista ESPAMCIENCIA, Ecuador (2 artículos).

Navarrete, B. 2019. Revista La Granja, Ecuador (1 artículo).

Navarrete, B. 2019. Revista Tropical Graslands, Colombia (1 artículo).

Navarrete, B. 2019. Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Colombia (1 artículo).

Navarrete, B. 2019. Revista Enfoque, Ecuador (3 artículos).

g. Miembro de Comité Científico de Congresos

Cañarte, E. Comité científico del I Simposio Internacional "Innovaciones Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la Amazonía Ecuatoriana". Estación Experimental Central Amazónica, INIAP. **10 y 11 de julio de 2019.**

Cañarte, E. Navarrete, B. Comité Científico del II Simposio Internacional "Producción Integrada de Frutas". **Quito 24 y 25 de Octubre del 2019.**

h. Designaciones

Navarrete, B. 2019. Lector Revisor de Proyectos de Investigación para la Universidad IKIAM, Ecuador.

Navarrete, B. 2019. Miembro del Consejo Internacional de Revisores de la Revista La Granja, Ecuador.

Navarrete, B. 2019. Arbitro de la Revista ESPAMCIENCIA, Ecuador.

i. Participación en reuniones técnicas/científicas

Navarrete, B.; Muñoz, X.; Vera, D. y Borja, E. Reunión de trabajo para revisar avances de las actividades del proyecto Teca, con representante del IICA. Estación Experimental Tropical Pichilingue. **13 y 14/11/2019.**

Muñoz, X.; Borja, E. Reunión de trabajo con representante del IICA, sobre avances de actividades del proyecto teca (Via Skype). **23/10/2019.**

Muñoz, X.; Borja, E. Reunión de trabajo con personal de Editorial Mendieta, para revisión final del Manual de teca. Quito – Ecuador. **23 y 25/09/2019.**

Cañarte, E. y Navarrete, B. Vera. D. **Muñoz, X.** Reunión de trabajo para revisión de correcciones de los pares externos del Manual Técnico 109 “Muestreo de enfermedades vasculares e insectos barrenadores asociados a teca (*Tectona grandis* L.f.) y alternativas para su manejo”. Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador. 11/06/2019 (Presencial).

Cañarte, E. Revisión del POA-2019-2020 del Proyecto “**Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar**”, firmado entre la Agencia Brasileña de Cooperación (ABC/MRE), el Instituto Brasileño del Algodón (IBA) y la Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe (FAO RLC). En el marco del Proyecto de Cooperación Sur-Sur Trilateral GCP/RLA/199/BRA. Asistieron a este evento, los miembros la Misión de Brasil, delegados del MAG, Universidad Técnica de Manabí, FAO, Embajada de Brasil y productores algodoneiros de Tosagua y Pedro carbo. Portoviejo, Manabí. **08/08/2019.** (Presencial).

Cañarte, E. Reunión informativa sobre Informe Técnico Anual del Proyecto +Algodón INIAP-FAO. Adriana Gregolin, Regional de la FAO en Chile. **08/04/2019.** (Skype).

Cañarte, E. y Navarrete, B. Reunión de Comité Técnico para revisión del proyecto “Estimación del control biológico de los principales problemas fitosanitarios del café en Galápagos”. Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador. **08/04/2019.** (Presencial).

Cañarte, E. y Navarrete, B. Vera. D. Reunión de trabajo para revisar informe anual 2018 del proyecto “Etiología de la principal enfermedad de la teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión” y distribución presupuestaria del POA-2019. Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador. **14 y 15-01-2019.** (Presencial).

Cañarte, E. y Sotelo, R. Reunión de trabajo con David Suarez, Coordinador Nacional del Proyecto +Algodón FAO, para planificar actividades técnicas y presupuestarias del proyecto INIAP-FAO algodón durante el primer cuatrimestre-2019. Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador. **08-01-2019.** (Presencial).

j. Participación en otras actividades técnico-científicas

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

Cañarte, E., y Navarrete, B. Participación como proponentes de publicaciones en Comité de Publicaciones. Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí-Ecuador.

Navarrete, B. Participación en reuniones como miembro del Comité Técnico. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí-Ecuador.

10. Propuestas presentadas:

Propuesta 1.

Título: Estimación del control biológico de los principales problemas fitosanitarios del café en Galápagos.

Tipo propuesta: proyecto

Fondos o Convocatoria: por definir.

Fecha presentación: marzo 08 de 2019.

Responsable: Dr. Ernesto Cañarte Bermúdez.

Equipo multidisciplinario:

Dr. Ernesto Cañarte B. (Entomología, EEP).

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

Ing. Alma Mendoza (Fitopatología, EEP).

Técnico (INIAP-Galápagos).

Otros colaboradores: Agencia Nacional de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG); Dirección Provincial Agropecuaria de Galápagos (DPAG) del MAG; Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos (CGREG).

Pre supuesto: 54.150 dólares.

Duración proyecto: 24 meses

Estado: Aprobado por Comité Técnico según Acta N° 001 de fecha 08/04/2019.

Fecha probable inicio ejecución: en función de su financiamiento.

Propuesta 2.

Título: “Identificación y uso de formulaciones de *Thichoderma* para mejorar la condición fitosanitaria y agronómica de cultivos ciclo corto del Litoral ecuatoriano”.

Tipo propuesta: Nota conceptual.

Fondos o Convocatoria: por definir .

Fecha presentación: noviembre 07 de 2019.

Responsable: Ernesto Cañarte Ph.D.-Entomología.

Equipo multidisciplinario:

Dr. Ernesto Cañarte. - Entomología/ Director del Proyecto INIAP-EEP.
 M.Sc. Bernardo Navarrete.- Entomología/ Co-Director INIAP-EEP.
 Ing. Agr. Alma Mendoza. -Fitopatología INIAP-EEP.
 Mg .Wilmer Ponce.- Bromatología INIAP-EEP.
 Dra. Karina Solís.- Fitopatología INIAP-EETP.
 Ing. Agr Sofía Peñaherrera.- Fitopatología INIAP-EETP.
 M.Sc William Viera.- Mejoramiento Genético-Control biológico. INIAP-EESC.
 Ing.- Agr. Rafael Sotelo P.. Agronomía/FAO.
 M.Sc.Silvia Montero C. - Medio Ambiente/ESPAM-MFL.
 Dr. Ramón Jaimez. - Fisiología de plantas/ UTM.
 Ministerio de Agricultura y Ganadería.
Presupuesto: 100.000 USD.
Duración proyecto: 36 meses.
Estado: Aprobado por Comité Técnico según Acta N° 001 de fecha 26/11/2019.
Fecha probable inicio ejecución: en función de su financiamiento.

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

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

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

Responsable:

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP).

Colaboradores:

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP).
 M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología EEP).
 Mg. Wilmer Ponce (Laboratorio de Bromatología).

Antecedentes

El cultivo de maíz *Zea mays* es 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⁻¹, siendo Los Ríos, Guayas, Manabí y Loja las provincias con mayor superficie cultivada (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, se puede mencionar el daño de insectos masticadores y barrenadores del orden Lepidoptera,

que en ocasiones pueden causar serias pérdidas económicas. Los principales organismos presentes en este complejo son los noctuidos *Spodoptera frugiperda*, *Mocis latipes*, *Heliothis* spp. y el crámido *Diatraea* spp. (Paliz y Mendoza, 1985; Mendoza, 1994; Valarezo et al. 2016). *Spodoptera frugiperda* y *M. latipes* tienen preferencia por consumir hojas durante el periodo vegetativo del cultivo, mientras que *Heliothis* es más común en mazorcas y *Diatraea* spp. en tallos a partir de los 45 días después de la siembra (Valarezo et al. 2010). No obstante, de esta diversidad, se destaca como plaga clave del maíz al gusano cogollero *S. frugiperda* (Fernandez, 2002; Franco-Archundia et al. 2006; Blanco et al. 2016), cuyos daños son citados desde el 10 al 80% (Lima et al. 2010; Franco-Archundia et al. 2006).

El manejo de esta problemática tradicionalmente ha sido realizado considerando como exclusiva herramienta el control químico. Al respecto Jaafar et al. (2013), logró determinar que el uso excesivo de insecticidas puede generar a más del desarrollo de resistencia, una pérdida de la biodiversidad, debido a la afectación sobre organismos no blanco.

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

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

Objetivos

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

Objetivos específicos

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

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

Metodología

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

Ubicación

Los experimentos se realizaron en el laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo, situada en la parroquia Colón del cantón Portoviejo-Manabí y

localizada en 0565251 Norte, 9875872 Oeste (UTM) y a una altitud de 58 msnm. En las condiciones de 23 ± 2 °C, $75 \pm 5\%$ HR y fotoperiodo de 12 h.

Procedimiento

Se recolectaron huevos y larvas de cogollero en campos de maíz de la EEP. Estos fueron criados usando dietas artificiales, estableciéndose una colonia de esta especie, que fue alimentada con una dieta artificial basada en una fuente de carbohidratos y proteínas vegetales (frejol blanco), más levadura, vitaminas y conservantes, como aglutinante se utilizó agar (Morales et al. 2010).

Para los bioensayos se usaron larvas de cogollero de entre 10 y 15 días de edad y discos de hoja (2,5 cm de diámetro), cortados de plantas jóvenes de maíz (10-20 después de la siembra), sembradas en aislamiento, libre de plaguicidas. Se estudiaron los siguientes tratamientos: cuatro concentraciones de aceite de piñón *Jatropha curcas* formulado (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0% V/V) y un testigo control (agua): Las soluciones fueron preparadas en vasos de precipitación, utilizando 100 mL de agua destilada para cada dosis. Se emplearon 20 discos por tratamiento, cada disco fue considerado una pseudorepetición. Los discos fueron sumergidos durante 20 segundos en cada solución evaluada, inmediatamente después, fueron secados al ambiente, para lo cual se los colocó sobre papel absorbente durante 30 minutos. A continuación, cada disco tratado fue puesto en un vaso plástico transparente (20 mL de capacidad) con tapa perforada, sobre cada disco de hoja se ubicó una larva de cogollero, veinticuatro horas después se renovó con otro disco tratado. A las 24 y 48 después de iniciado el experimento, se registró la siguiente información: número de larvas muertas, vivas y porcentaje de disco consumido (IRAC, 2014). A partir del tercer día y con una frecuencia diaria se registró la mortalidad hasta que el 50% de las larvas en el testigo llegaron a pupa. Una larva se consideró muerta, si fue incapaz de moverse después de ser colocada ventralmente y tocada con un pincel de pelo de camello (Hardke et al. 2011). Las variables se sometieron a un análisis de varianza, donde se consideró a cada una de las tres réplicas biológicas del experimento como una repetición, los tratamientos se distribuyeron en un Diseño Completamente al Azar (DCA), para el análisis se utilizó el software estadístico Infostat.

Resultados

La variable porcentaje de consumo de hojas, no presentó diferencias estadísticas, sin embargo numéricamente se observa que el testigo absoluto obtuvo los valores más altos en las dos evaluaciones (24 horas después de las dos aplicaciones), de igual modo en todos los tratamientos el porcentaje de consumo foliar fue más alto en la segunda aplicación, con excepción del tratamiento 2% de aceite de piñón, que tuvo un mayor porcentaje de consumo en la primera aplicación (Figura 1).

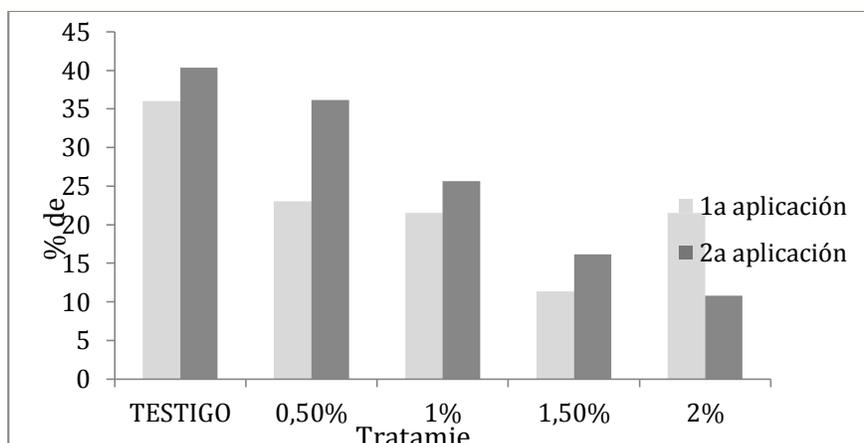


Figura 1. Porcentaje de consumo de disco de hoja de maíz 24h después de aplicar tratamientos en el bioensayo de eficacia de aceite de *Jatropha curcas* sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*.

En lo que respecta a los porcentajes de mortalidad de larvas causadas por las distintas dosis de aceite de piñón, se observa que en la primera aplicación de los tratamientos no se evidencian diferencias estadísticas, siendo numericamente mejor la dosis 2% (Figura2). En la evaluación de la segunda aplicación si se encontraron diferencias siendo la dosis de 2% y 1,5% diferentes al testigo sin aplicaciones. 10 días después de la primera aplicación solamente la dosis del 2% fue diferente al testigo (Figuras 3 y 4).

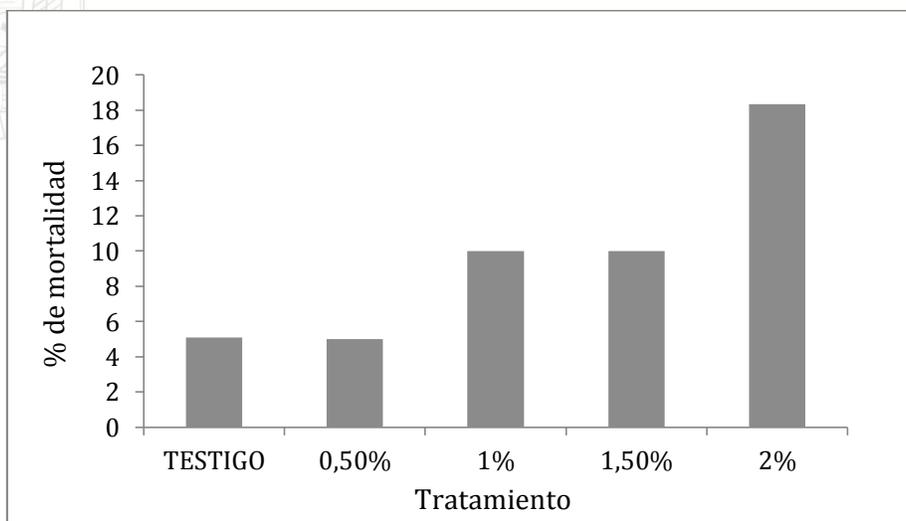


Figura 2. Porcentaje de mortalidad de larvas 24h después de la primera aplicación de tratamientos en bioensayo de eficacia de aceite de *Jatropha curcas* sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*.

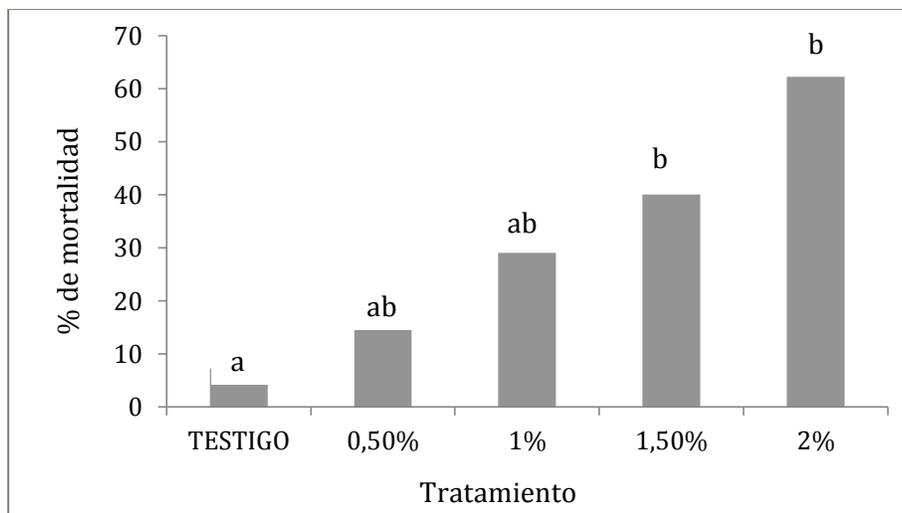


Figura 3. Porcentaje de mortalidad de larvas 24h después de la segunda aplicación de tratamientos en bioensayo de eficacia de aceite de *Jatropha curcas* sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*.

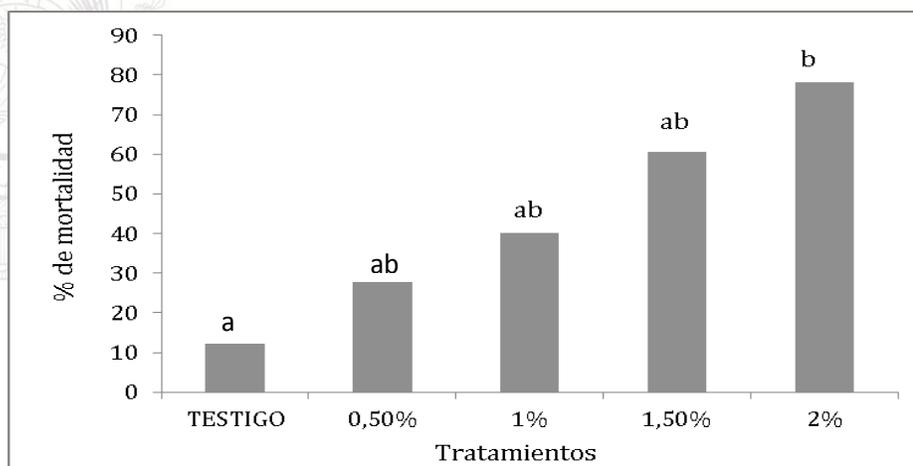
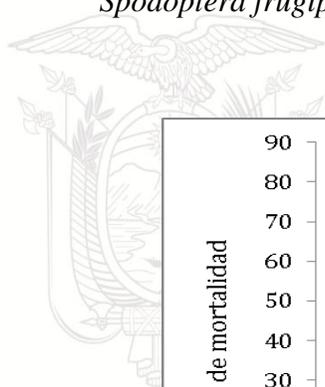


Figura 4. Porcentaje de mortalidad de larvas 10 días después de la segunda aplicación de tratamientos en bioensayo de eficacia de aceite de *Jatropha curcas* sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*.

No existió diferencia estadística entre los porcentajes de pupas a los 30 días después de la primera aplicación, no obstante se observó un mayor porcentaje de larvas que llegaron a pupas en el testigo sin aplicaciones con el 60%, que contrasta con el menor valor (18%) encontrado en la dosis de 2% de aceite de piñón (Figura 5).

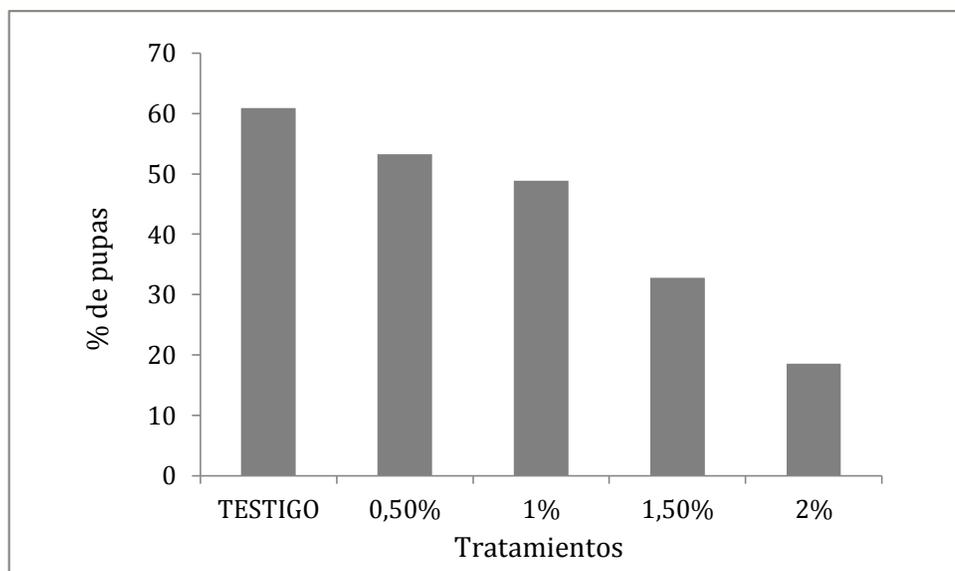


Figura 5. Porcentaje de larvas que llegaron a pupa 30 días después de la primera aplicación de los tratamientos en bioensayo de eficacia de aceite de *Jatropha* sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*.

Conclusiones

Los resultados permiten determinar que el aceite de piñón (*Jatropha curcas*) tiene un efecto sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*, provocando la concentración del 2% un menor consumo de hojas, mayor mortalidad de larvas y menor formación de pupas de esta plaga en relación al testigo control.

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

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

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





Anexo 1. Bioensayo de eficacia de aceites de piñón sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* (23 ± 2 °C, $75 \pm 5\%$ HR y fotoperiodo de 12 h.). A. montaje de bioensayo; B. Consumo del disco de hoja; C. Larva muerta.

- **Proyecto 2. 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 (Co-tutor de tesis doctoral).

Bernardo Navarrete Cedeño, M.Sc. Entomología-EEP.

Antonio Pinargote Borrero, Ing. Asistente de campo Entomología INIAP-EEP.

Silvia Montero Cedeño, M.Sc. ESPAM-MFL (Tesis de doctorado, Universidad de Zulia).

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).

Ciolys Colmenares, Ph.D. (Asesor).

Giancarlo Piccirillo, Ph.D. (Asesor).

Pablo Ignacio Marino, Ph.D. (Identificador de la colección de polinizadores. División Entomología del Museo de la Plata, en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, de la Universidad Nacional de la Plata-Argentina).

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 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 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 es cultivado solo o en asocio con especies forestales, que crean un ambiente favorable para la abundancia de especies polinizadoras. Estos sistemas agroforestales 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 cascarones 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).

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 Ceratopogonidae 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. 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 identificación de polinizadores en los sistemas de producción del cacao, su diversidad y el rol de los 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.

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 en apoyo con la estudiante de doctorado Ing. Silvia Montero, docente de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL). 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 julio /2020, 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) ¹	Valle del Carrizal-Chone: sitio Plata (Canuto-Chone) ²
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. Cáscara de cacao
- B2. Pseudotallo de plátano/banano
- B3. Hojarasca de cacao

Tratamientos

Treat.	Nomenclatura	Sistema de Producción de cacao	Sustrato alimenticio
1	A1B1	Cacao + frutales	Cáscara de cacao
2	A1B2	Cacao + frutales	Pseudotallo de plátano/banano
3	A1B3	Cacao + frutales	Hojarasca de cacao
4	A2B1	Cacao + especies forestales	Cáscara de cacao
5	A2B2	Cacao + especies forestales	Pseudotallo de plátano/banano
6	A2B3	Cacao + especies forestales	Hojarasca de cacao
7	A3B1	Cacao monocultivo	Cáscara 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 (cáscara 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 réplicas (unidades experimentales de muestreo). Una trampa tipo “pirámide” fue ubicada en cada

parcela. El sustrato de cada trampa es renovado una vez al mes, coincidiendo 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 coloca un tubo de vidrio, en cuyo extremo hay un frasco de vidrio de 9 cm, conteniendo alcohol al 70%, donde se capturarán los especímenes que emerjan de las trampas, principalmente ceratopogónidos (Figura 6).



Figura 6. 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 ²

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 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 determinó 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 clasificó como súper dominante (SD), dominante (D) o no dominante (ND). La abundancia se determinó por la suma total de los individuos de cada especie. Se empleó una medida de dispersión (Silveira

Neto et al., 1976) a través del cálculo del desvío estándar y el intervalo de confianza (IC) de la media aritmética para 1 y 5% de probabilidad. Se establecieron las siguientes clases de abundancia: súper abundante (sa), muy abundante (ma), abundante (a), común (c), dispersa (d) o rara (r). La frecuencia se determinó estableciendo la clase de frecuencia de acuerdo con cada intervalo de confianza de la media aritmética al 5% de probabilidad. Se determinaron 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 retirado, reemplazándolo con 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, se analiza su contenido, separándose las morfoespecies de polinizadores de la Familia Ceratopogonidae, basado en características taxonómica (Borror et al., 1989; Delvare et al., 2002). Al mismo tiempo son contabilizados y conservados en alcohol al 70%. A partir de estas muestras, se realiza la identificación, para lo cual se utiliza la colección de referencia del DNPV-Entomología de la EEP, determinada en base a claves taxonómicas de Marino y Spinelli (2008).

Dinámica poblacional

Los datos quincenales de las poblaciones de cada una de las especies de polinizadores Ceratopogonidae identificadas, fueron acumulados mensualmente y sirven 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.

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 sirven 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

Al cierre de este informe, entre el periodo agosto 2018 a diciembre de 2019, se han realizado 32 colectas de polinizadores en cada una de las dos zonas de muestreo (Lodana y Canuto). Las muestras están siendo procesadas, para la separación, contabilización y separación de las morfoespecies de polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae), en cada zona, sistema y sustrato. Las colectas continuarán hasta el mes de julio de 2020 y a partir de los datos procesados, se realizarán los análisis estadísticos y faunístico correspondientes y sus resultados serán presentados en el próximo informe 2021.

Durante este 2019, nos dedicamos a separar a las principales morfoespecies de polinizadores de la familia Ceratopogonidae asociadas a cacao en Manabí. Mismas que fueron enviadas para su identificación a la División Entomología del Museo de la Plata, en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, de la Universidad Nacional de la Plata-Argentina. La identificación estuvo a cargo del Dr. Pablo Ignecio Marino, especialista de este grupo de polinizadores.

En total se enviaron 26 muestras, conteniendo especímenes de polinizadores de la familia Ceratopogonidae, presentes en cacao en Manabí. Según reporte del especialista, fueron identificadas doce especies de insectos polinizadores Diptera: Ceratopogonidae, distribuidas en siete especies del género *Forcipomyia* spp., tres especies del género *Dasyhelea* spp. y dos especies género *Culicoides* spp.

A continuación se realiza una descripción de los principales grupos de polinizadores identificados, asociados a sistemas de producción de cacao en Manabí:

FAMILIA CERATOPOGONIDAE

SUNFAMILIA FORCIPOMYIINAE

Género *Forcipomyia* Meigen

Subgénero *Forcipomyia* Kierffer

Grupo argenteola

Las larvas de las especies del grupo argenteola son comunmente encontradas en tallos de banano en descomposición, vainas de cacao, bracteas de *Calathea* y *Heliconia* y otros materiales vegetales en descomposición similares. Sus especies son frecuentemente abundantes en las plantaciones de cacao, donde los adultos pueden actuar como polinizadores (Wirth, 1982). Poseen una amplia distribución desde Estados Unidos (Florida y California) hasta el sudeste de Brasil, Paraguay y noreste de Argentina, incluyendo Ecuador.

Grupo genualis

Las especie perteneciente al grupo genualis, han sido registradas como un asiduo visitante de las flores del cacao (Winder, 1978). Tiene una amplia distribución desde el sur de Estados Unidos, hasta el noreste de Argentina, incluyendo Colombia, Ecuador e Islas Galápagos.

Subgénero Lepidohelea Kieffer

Grupo bicolor

Las especies pertenecientes al grupo bicolor tienen una distribución restringida, sólo se la conoce para Mexico (Baja California y Sonora).

SUBFAMILIA DASYHELEINAE Lenz

Género *Dasyhelea* Kieffer

El grupo borgmeieri incluye pequeñas especies que crían en cultivos, particularmente sobre vainas de cacao podridas.

SUBFAMILIA CERATOPOGONINAE Newman

Tribu Culicoidini Kieffer

Género *Culicoides* Latreille

Subgénero *Avaritia* Fox

Las especies pertenecientes al subgénero *Avaritia* con una amplia distribución desde Estados Unidos (Florida), México (Chiapas) hasta el noreste de Argentina. Las hembras presentan hábitos hematófagos y esta especie de importancia médico-veterinaria es sospechada como posible vector primario de una enfermedad que afecta tanto a rumiantes silvestres como de cría, y es causada por el virus de la Lengua Azul (BTV).

Subgénero *Haematomyidium* Goeldi

Las especies pertenecientes al subgénero *Haematomyidium* con una amplia distribución desde Estados Unidos (este) hasta Argentina. Las hembras presentan hábitos hematófagos y esta especie es considerada el vector más importante del ciclo urbano de una enfermedad que afecta al hombre y es causada por el virus Oropouche.

Subgénero Unplaced, limai species group

Especie perteneciente al grupo *limai*, sobre el cual no se ha podido identificar a nivel específico.

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, M. (1986). *Pollination of cocoa in Malaysia: identification of taxonomic composition and breeding sites, ecology and pollinating activities, and seasonal abundance*. Kuala Lumpur, Malaysia: The Incorporated Society of Planters.

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-mansão e plantas espontâneas associadas. *Agroecosistemas* 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. Tschardtke (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) associados a mirtáceas (Myrtaceae) em áreas de cerrado no estado de São Paulo com análise faunística das famílias Phytoseiidae e Tarsonemidae. *Neotrop Entomol* 35:731-746.

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 Spinelli 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.*, 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, CORPEI.

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 cacau 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.

- **Proyecto/Actividad 3. *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) 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.

Otros colaboradores:

Ing. Alma Mendoza G., Ing. Fitopatología-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 conocida como 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 aligarhensis* (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 está 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

Este estudio se realizó en zonas urbanas y peri-urbanas de los cantones Portoviejo, Chone, Santa Ana y Bolívar de la Provincia de Manabí. Los muestreos se iniciaron en el segundo semestre del 2018 y continuaron en el 2019.

Procedimiento

En las zonas urbanas y periurbanas de los cantones seleccionados, 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 escogieron cuatro árboles que fueron inspeccionados en sus cuatro puntos cardinales, revisando cinco brotes por cada lado, utilizando una lupa con 10x de magnificación. De los brotes escogidos se obtuvo la siguiente información:

- Número de adultos de *D. citri*.
- Número de ninfas de *D. citri*.
- Presencia o ausencia de depredadores generalistas.
- Registro y conteo 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 psílido). 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

Se utilizó un análisis estadístico descriptivo calculando parámetros de tendencia central y de dispersión de las observaciones, así como pruebas de T y Chi cuadrado para probar hipótesis de diferencias y asociación entre variables para ello se utilizó el Software estadístico Infostat (Di Rienzo et al, 2011). La ubicación georeferenciada de los organismos encontrados fue colocada en mapas de dispersión, utilizando la aplicación informática Google Earth ®. La diversidad de enemigos naturales fue medida para cada localidad usando la fórmula de Shannon-Weaver (Peet, 1974):

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

Donde

P_i = la proporción de la familia en relación al número total de individuos

$\ln p_i$ = el logaritmo natural de esa proporción.

Resultados

Durante los dos años de estudio, en este proyecto se realizaron colectas en trece puntos de Manabí, correspondientes a zonas urbanas y peri-urbanas de los cantones de Portoviejo (9), Santa Ana (2), Chone (1) y Bolívar (1). La evaluación se efectuó en plantas de *Murraya* spp., presentes en parterres, parques y carreteras y también en plantaciones de limón sutil *Citrus aurantifolia* (Tabla 1).

En cinco de las 13 localidades evaluadas, se encontró *Diaphorina citri* en plantas de *Murraya* spp. con la excepción de la localidad de El Higuero-1 en la parroquia Mejía de Portoviejo, donde se encontró al psílido asiático infestando plantas de limón sutil (*C. aurantifolia*). En la Figura 7, consta el porcentaje de infestación registrado en cada sitio, mismo que fluctuó entre el 13.75% encontrado en Av. Reales Tamarindos (Portoviejo) y Tranquispiedras (Chone) y el 1.25% registrado en Los Bosques (Portoviejo).



Tabla 1. Puntos de recoletas en el estudio “Situación de *Diaphorina citri* (Kuwayama) y sus enemigos naturales en Manabí”. 2018-2019.

Código	Fecha	Cantón	Parroquia	Sitio	Georreferencia	Altitud	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	00°48.194S/80°01.951W	39	<i>Murraya</i> spp.
8	31-08-2018	Bolívar	Calceta	ESPAM-MFL	00°49.674S/80°11.168W	11	<i>Murraya</i> spp.
9	25-09-2019	Portoviejo	Mejía	El Higuerón-1	00°59.29S/80°28.32W		<i>Citrus aurantifolia</i>
10	25-09-2019	Portoviejo	Mejía	El Higueron-2	0°59.16."S/80°29.21"W		<i>Citrus aurantifolia</i>
11	25-09-2019	Portoviejo	Riochico	Los Casinos	0°59.25S /80°24.36.7W		<i>Citrus aurantifolia</i>
12	25-09-2019	Portoviejo	Río chico	La Balsita	1°00.09.S/80°23'34.9W		<i>Murraya</i> spp.
13	25-09-2019	Portoviejo	Riochico	Quebrada Grande	0°58.55S/ 80°24.26W		<i>Citrus aurantifolia</i>



En lo que respecta al número de adultos por brote, el mayor valor se registró en Tranquispiedra (Bolívar) mientras que el mayor número de ninfas por brote se reportó en El Corozo del cantón Portoviejo (Figura 8A y B). Con relación a la presencia de enemigos naturales, se puede observar que varios grupos de depredadores fueron observados en las plantas evaluadas, tanto en las que presentaban infestación de *D. citri* como en las que estaban libres de este insecto. En la Figura 9, se aprecia que la familia Formicidae (hormigas) fue la que presentó mayor cantidad de individuos en los brotes evaluados, siguiéndoles en orden de abundancia Coccinélidos, Arácnidos, Redúvidos, Sírphidos y Chrysópidos. Fue constatada en campo la acción depredadora de un inmaduro de *Zelus* sp. sobre un adulto de *D. citri*. De las ninfas colectadas no se recuperó ninguna especie de parasioide.

En la Figura 10, se observa la distribución de grupos de reguladores biológicos en cada localidad evaluada, notándose que cada sitio tiene un patrón diferente de proporciones de enemigos naturales. Esta asociación entre sitios de muestreo y enemigos naturales fue demostrada usando el test de Chi Cuadrado $X^2(60, N = 566) = 183,18, p = <0,0001$. El mayor número de enemigos naturales se observó en el sitio Higuerón-1 del cantón Portoviejo (88) y el menor número en la localidad Lodana-2 (10).

El índice de diversidad de Shannon-Weaver, fue diferente para cada localidad y osciló entre 0,6 de La Balsita en Portoviejo, considerado como el sitio con mayor diversidad de enemigos naturales y Lodana-1 de Santa Ana, que con 0,14 fue el menos diverso (Figura 11).

De acuerdo con la prueba de T, no existió diferencias estadísticas $t(12) = -0,58, p = 0,58$, entre las poblaciones de enemigos naturales de las localidades con presencia de *D. citri* y aquellas en que esta plaga no estaba presente, igual sucedió para el índice de diversidad $t(12) = -0,58, p = 0,98$. (Figura 12).

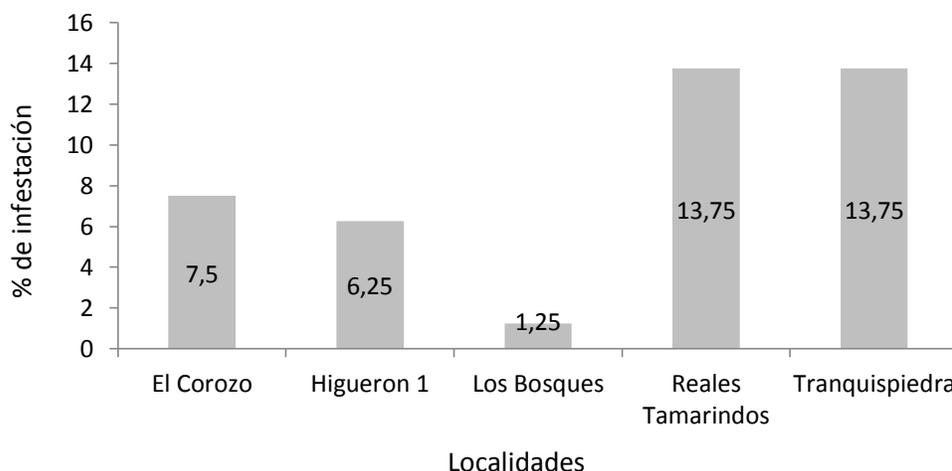


Figura 7. Porcentaje de infestación de *Diaphorina citri*, en las localidades donde se detectó la presencia de este insecto en el estudio “Situación de *Diaphorina citri* (Kuwayama) y sus enemigos naturales en Manabí”. 2018-2019.

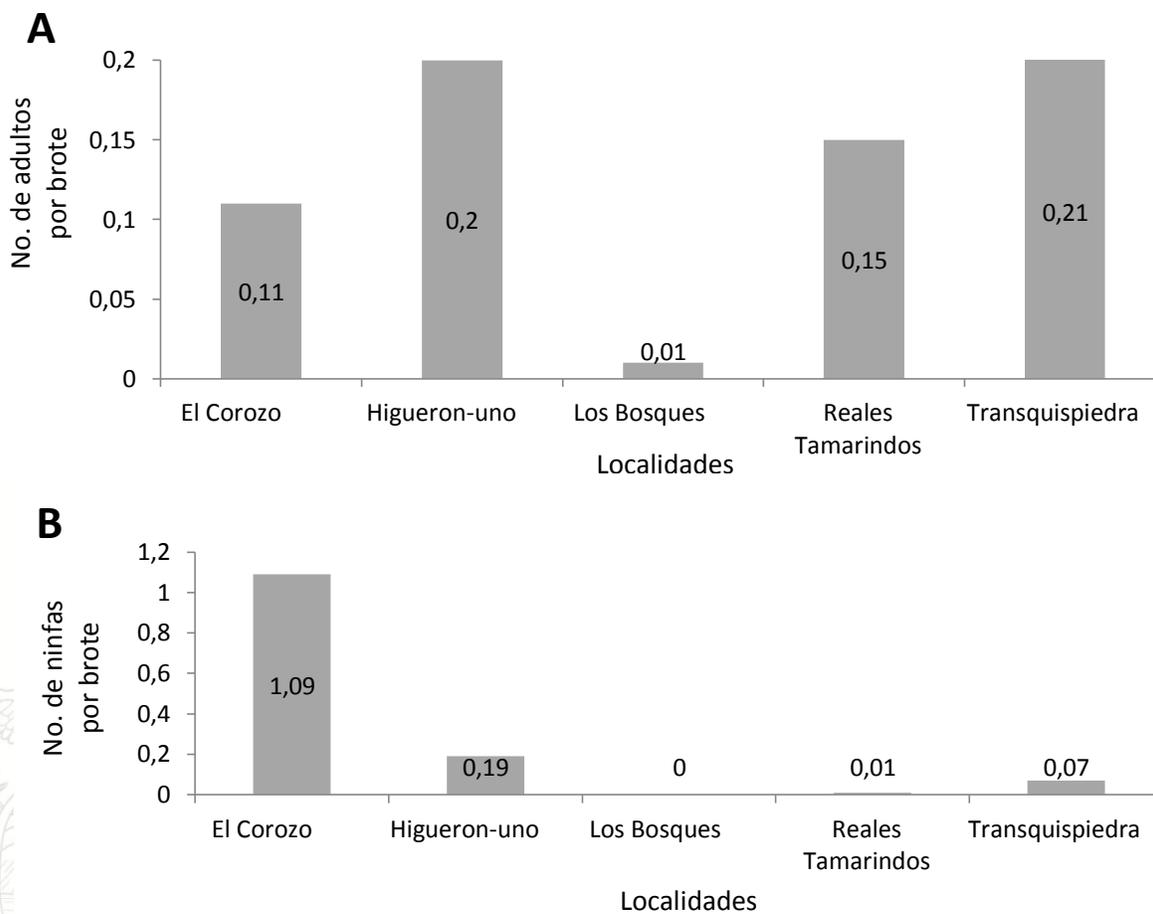


Figura 8. A. Número de adultos de *Diaphorina citri*; B. Número de ninfas de *Diaphorina citri* en las localidades donde se detectó la presencia de este insecto, en el estudio “Situación de *Diaphorina citri* (Kuwayama) y sus enemigos naturales en Manabí”. 2018-2019.

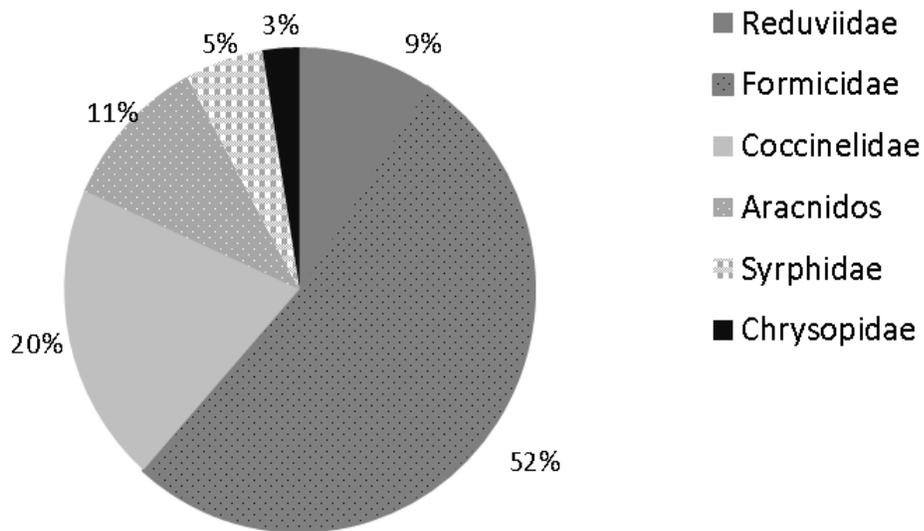
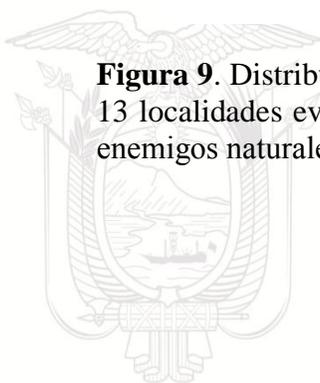
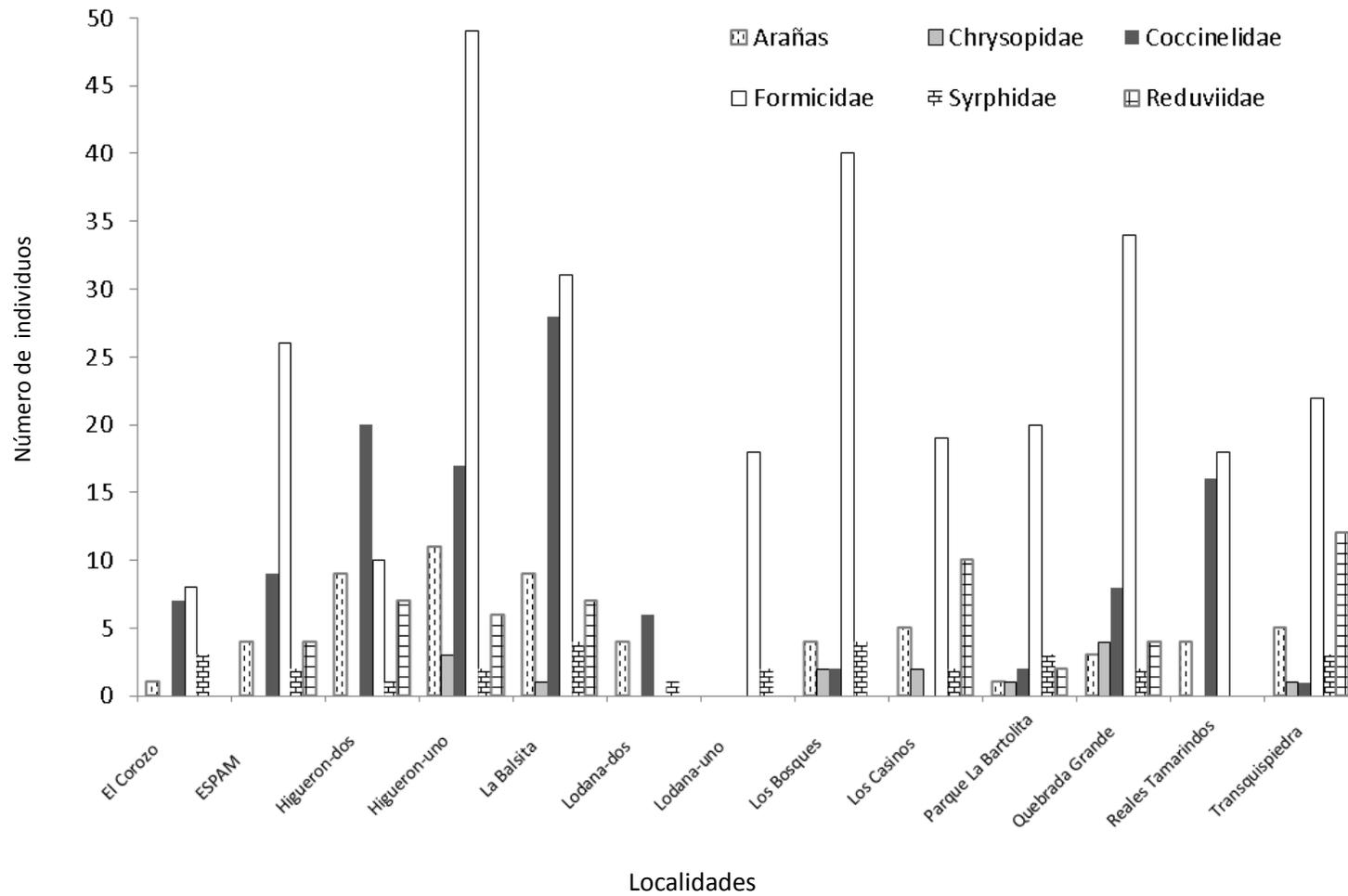


Figura 9. Distribución de frecuencias de familias de enemigos naturales encontrados en las 13 localidades evaluadas, en el estudio “Situación de *Diaphorina citri* (Kuwayama) y sus enemigos naturales en Manabí”. 2018-2019.





10.

de individuos de distintas familias de enemigos naturales encontrados en las localidades evaluadas en el estudio “Situación de *Diaphorina citri* (Kuwayama) y sus enemigos naturales en Manabí”. 2018-2019.

Figura
Número

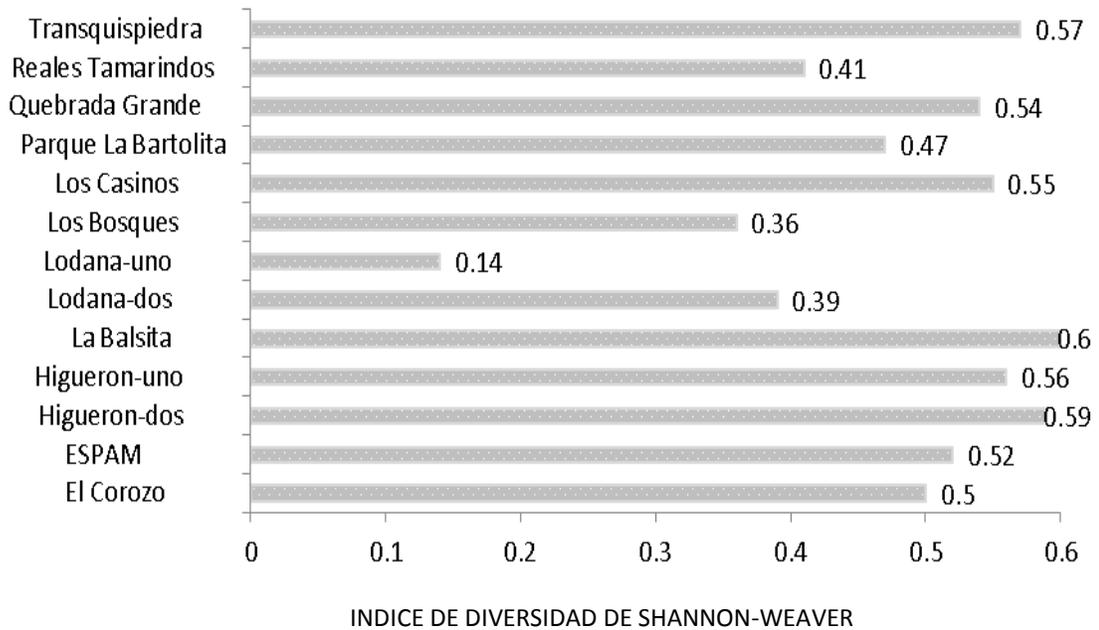


Figura 11. Índices de diversidad de enemigos naturales de *Diaphorina citri* en las localidades evaluadas en el estudio “Situación de *Diaphorina citri* (Kuwayama) y sus enemigos naturales en Manabí”. 2018-2019.

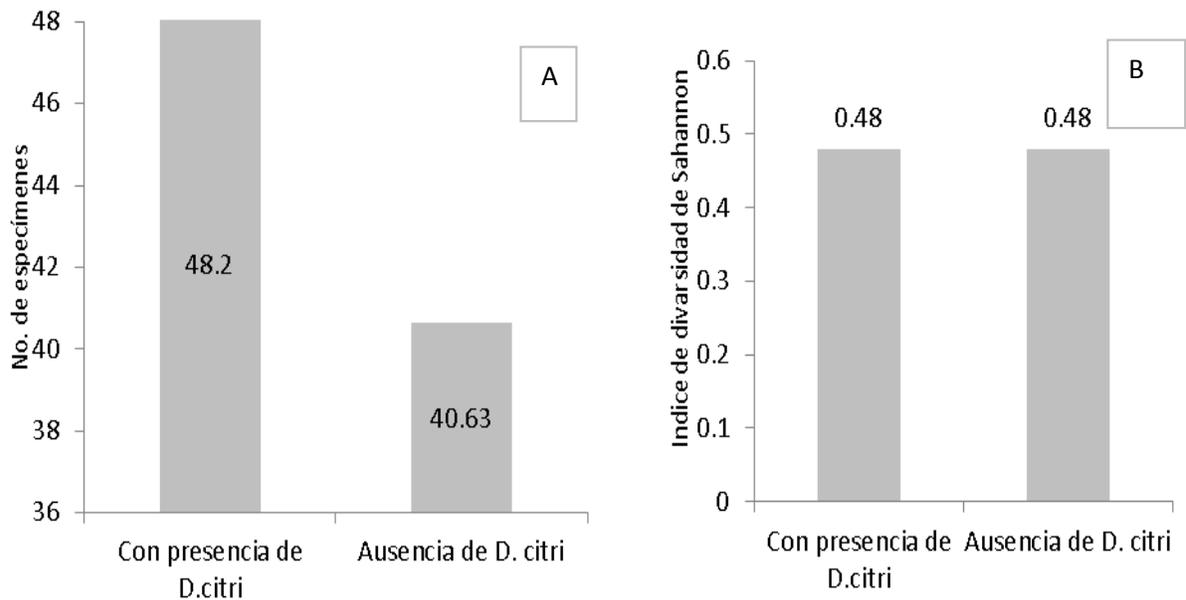
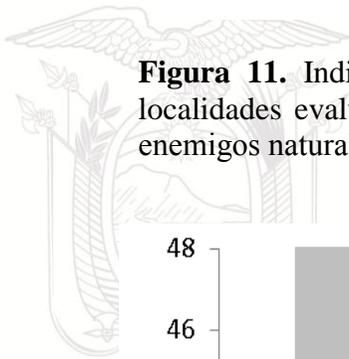


Figura 12. Número de enemigos naturales (n) e índices de Shannon-Weaver en localidades con y sin presencia de *D. citri* en el estudio “Situación de *Diaphorina citri* (Kuwayama) y sus enemigos naturales en Manabí”. 2018-2019.

Conclusiones

Después de siete años del primer reporte de la presencia de *Diaphorina citri* en Ecuador, y luego de dos años de su presencia en Manabí, se puede concluir que la plaga está dispersándose lentamente, confinada preferentemente en un solo hospedero, que es la planta ornamental *Murraya* spp. Sin embargo, la presencia de la plaga en un huerto de limón sutil hace presumir que en los próximos años esta se pueda establecer en agroecosistemas citrícolas de la provincia.

La gran cantidad y diversidad de enemigos naturales de hábito depredador, encontrados en las evaluaciones, es un factor de mortalidad que puede ayudar a regular las poblaciones futuras.

En este estudio se comprobó que a pesar de no estar presente la plaga *Diaphorina citri* en todas las localidades, sus controladores biológicos si lo están, posiblemente alimentándose de otros hemípteros.

La abundancia de hormigas en gran parte de las plantas evaluadas, merece futuras investigaciones para determinar su rol, ya que podrían estar interfiriendo con la actividad de parasitoides de *D. citri*, mismos que no fueron reportados durante esta investigación.

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): 180-188 <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.

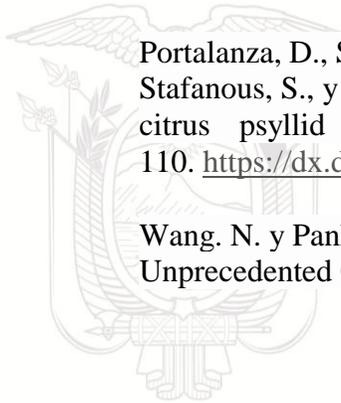
Manjunath K, Halbert S, Ramadugu C, Webb S, y Lee, R. (2008). Detection of ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ in *Diaphorina citri* and its importance in the management of citrus huanglongbing in Florida. *Phytopathology* , 98:387-396.

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

Peet, R.K. (1974) The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecological and Systematics*, 5, 285-307. doi10.1146/annurev.es.05.110174.001441.

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*, 61 (2), 107-110. <https://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.





- **Proyecto 4. Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión**

Responsables

Dr. Danilo Vera Coello, EETP (Coordinador del Proyecto/responsable del componente 1).
Dr. Ernesto Cañarte Bermúdez, EEP (Responsable del componente 2).

Colaboradores (equipo multidisciplinario del Proyecto):

Dr. Danilo Vera C. (INIAP-EETP).
Dr. Ernesto Cañarte B. (INIAP-EEP).
M.Sc. Bernardo Navarrete C. (INIAP-EEP).
Mg. Xavier Muñoz Conforme, INIAP-EEP (contratado para el proyecto).
M. Sc. Edwin Borja Borja (INIAP-EETP) (contratado para el proyecto).
Dra. Karina Solís (INIAP-EETP).
Ing. Sofía Peñaherrera (INIAP-EETP).
Dr. Manuel González Núñez (INIA-España).
Dra. Antonieta De Cal y Cortina (INIA-España).

Componente 2. Determinación del rol de insectos escolitinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en la transmisión y dispersión de la enfermedad “Muerte regresiva”**Ejecutores de la C2.A1. del Proyecto en la EEP:**

Dr. Ernesto Cañarte B. (INIAP-EEP).
M.Sc. Bernardo Navarrete C. (INIAP-EEP).
Mg. Xavier Muñoz C. (INIAP-EEP).

Colaboradores:

Dr. Danilo Vera C. (INIAP-EETP).
M. Sc. Edwin Borja Borja (INIAP-EETP).
Dra. Karina Solís (INIAP-EETP).
Mg.S. Sofía Peñaherrera (INIAP-EETP).

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 géneros *Xyleborus* spp., *Coptoborus* sp. e *Hypothenemus* sp. Sin embargo, será necesario confirmar la identificación de la diversidad de especies asociadas a teca, así como su relación con las condiciones ambientales de las diversas zonas de producción de esta especie forestal. El restante 47% de árboles evaluados en este estudio preliminar, no obstante estaban afectados con algún patógeno, 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, ejecutan este proyecto para determinar agentes causales y dispersores de la enfermedad “Muerte regresiva”.

Objetivo General

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

Objetivos Específicos

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

Metodología

El protocolo *Determinación del rol de insectos escolítinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en la transmisión y dispersión de la enfermedad “Muerte regresiva”*, fue desarrollado por el personal del DNPV-Entomología, como respaldo al Componente 2 del proyecto Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión, mismo que fue aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Portoviejo, mediante Acta de Aprobación N° 019 del 19 de mayo de 2017 y detalla la metodología para el cumplimiento de este componente que comprende la ejecución de tres actividades: Actividad 1. Identificación de los escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”. Actividad 2. Fluctuación poblacional de escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”. Actividad 3. Capacidad de transmisión de insectos vectores de la enfermedad “Muerte regresiva”. Durante este 2019, se culminó la Actividad 1, que hacía referencia a la colecta de escolítinos y se inició Actividad 2, sobre la dinámica poblacional de escolítinos.

Actividad 2.1 Identificación de los escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”.

Ubicación

Actividad 1. Durante este 2019, el estudio de campo contempló el monitoreo de 30 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, 2015^a; 2015^b). Mientras que los estudios de laboratorio e invernadero se desarrollaron en la Estación Experimental Portoviejo y Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP.

Levantamiento de la información



Dentro de esta Actividad 1., se evaluaron en el 2019, las 30 plantaciones de teca distribuidas en las provincias ya citadas, sumándose a las 20 realizadas en el 2018, con lo cual se completó la meta del proyecto de 50 fincas.

Para la colecta de escoltinos, se utilizaron trampas 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 escoltinos (Figura 13a), 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 a finales de este año, al Laboratorio de Entomología de Michigan State University en Estados Unidos, para los respectivos análisis e identificación.

Adicionalmente, en cada plantación fue colectado una muestra de tronco de aproximadamente 20 cm de longitud (Figura 13b), 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 muestra, que están siendo separados, siguiendo la metodología antes citada.



Figura 13. 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

Las poblaciones de escoltidos se sometieron a un análisis estadístico descriptivo calculando parámetros de tendencia central y de dispersión, así como pruebas de T para

comparar alturas de trampas y de Chi cuadrado para probar hipótesis asociación entre provincias y distribución de familias de insectos capturados; para ello se utilizó el Software estadístico R Studio (RStudio Team ,2015).

Resultados

En la Figura 14, se representa la georreferenciación de las 50 fincas evaluadas en cinco provincias del Litoral ecuatoriano entre el periodo del 11 de octubre de 2018 al 31 de Octubre de 2019, distribuidas en Los Ríos (17), Manabí (15), Guayas (10), Esmeraldas (5) y Santo Domingo de los Tsáchilas (3). 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 20 años en Juaneche, Palenque-Los Ríos (Tabla 2).

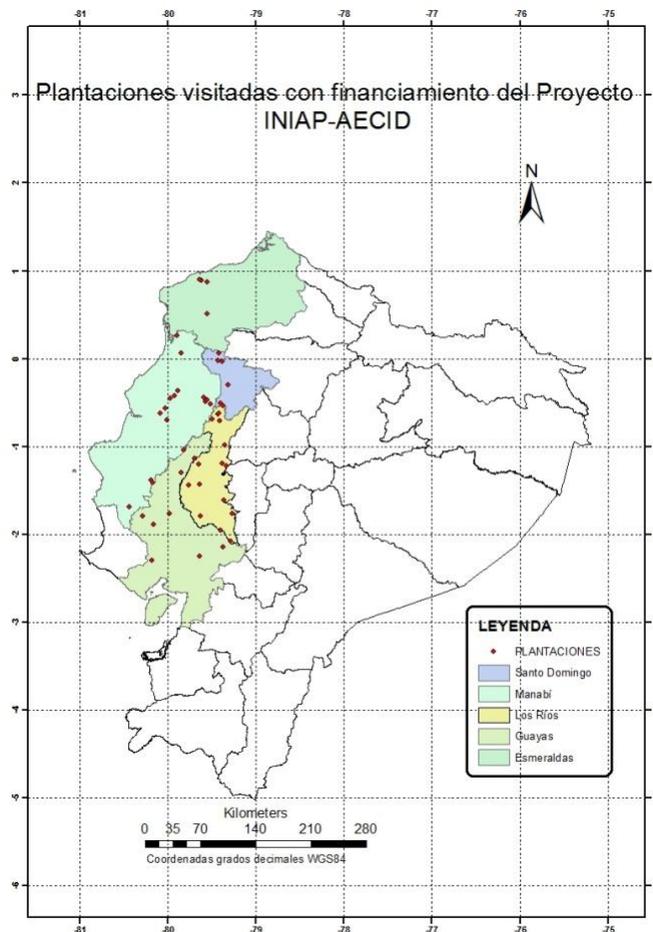


Figura 14. Distribución de las 50 plantaciones de teca evaluadas en cinco provincias del Litoral ecuatoriano. Proyecto “Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. AECID – INIAP 2019.

Tabla 2. Registro de 50 plantaciones de teca evaluadas en cinco provincias del Litoral ecuatoriano. Proyecto “Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. AECID – INIAP 2018-2019.

Finca	Fecha	Provincia	Cantón	Sitio	Altura (msnm)	Superficie (ha)	Edad (años)
1	17/11/2018	Los Ríos	Buena Fe	Patricia Pilar	224	20	10
2	12/03/2019	Los Ríos	Buena Fe	Los Ángeles	220	1	14
3	13/03/2019	Los Ríos	Buena Fe	Los Ángeles	220	20	12
4	13/03/2019	Los Ríos	Buena Fe	Norma Gisela	221	300	8
5	12/03/2019	Los Ríos	Buena Fe	Zulema Chaume	201	150	18
6	21/05/2019	Los Ríos	Palenque	Palenque	38	4	6
7	21/05/2019	Los Ríos	Palenque	Juaneche	49	20	10
8	12/03/2019	Los Ríos	Valencia	Lastenia	120	10	8
9	26/03/2019	Los Ríos	Valencia	Chipe	52	15	8
10	26/03/2019	Los Ríos	Quinsaloma	San Miguel	142	3	4
11	26/03/2019	Los Ríos	Ventanas	San Rafael	25	1,5	9
12	09/04/2019	Los Ríos	Urdaneta	Potosí	22	20	3
13	09/04/2019	Los Ríos	Montalvo	La Barranca	68	46	10
14	09/04/2019	Los Ríos	Babahoyo	Mata de Cacao	12	2	16
15	31/10/2019	Los Ríos	Babahoyo	Las Nubes	21	24	15
16	10/04/2019	Los Ríos	Baba	Pita	18	1,5	10
17	21/05/2019	Los Ríos	Vinces	Trapiche	15	3,5	12
18	27/11/2018	Manabí	Chone	Tigrillo	49	80	8
19	27/11/2018	Manabí	Chone	El Pueblito	66	8	3
20	11/10/2018	Manabí	Pedernales	Cañaver del Naranja	250	700	3
21	11/10/2018	Manabí	Pedernales	Eloy Alfaro	44	100	10
22	27/11/2018	Manabí	Flavio Alfaro	Las Cumbres	372	20	2
23	27/11/2018	Manabí	Flavio Alfaro	La Bramadora	183	5	15
24	28/11/2018	Manabí	Flavio Alfaro	Camarones	173	20	17
25	28/11/2018	Manabí	El Carmen	Maicito	249	100	16
26	29/11/2018	Manabí	El Carmen	La Bramadora	250	20	10
27	29/11/2018	Manabí	El Carmen	La Bramadora	190	15	8
28	29/11/2018	Manabí	El Carmen	La Bramadora	182	12	6
29	05/12/2018	Manabí	Chone	Pavón	65	23	5
30	23/04/2019	Manabí	Olmedo	La Carmela		100	5
31	24/04/2019	Manabí	Paján	El Cruce	98	3	15
32	28/11/2019	Manabí	Pichincha	Pichincha	82	300	4
33	17/11/2018	Guayas	El Empalme	La Providencia	61	86	18
34	10/04/2019	Guayas	Naranjito	La Danesa	27	250	15
35	23/04/2019	Guayas	Colimes	Briones	78	60	4
36	23/04/2019	Guayas	Santa Lucía	La Lorena	12	2	12
37	24/04/2019	Guayas	Isidro Ayora	Isidro Ayora	18	15	10
38	24/04/2019	Guayas	Pedro Carbo	Villao	21	10	5
39	21/05/2019	Guayas	Palestina	La Corona	27	3	6



40	22/05/2019	Guayas	Balzar	Km 1 vía el Empalme	38	25	4
41	29/10/2019	Guayas	Yaguachi	Est. Exp. Litoral Sur	17	2	4
42	30/10/2019	Guayas	Guayaquil	Km 40 Vía la Costa	22	25	10
43	14/11/2018	Esmeraldas	Quininde	La Independencia	200	3	12
44	29/11/2019	Esmeraldas	Quinindé	Mirador		52	15
45	14/11/2018	Esmeraldas	Esmeraldas	Mutile	131	40	10
46	14/11/2018	Esmeraldas	Esmeraldas	Mutile	78	4	8
47	15/11/2018	Esmeraldas	Esmeraldas	San Mateo	23	10	10
48	13/11/2018	Sto. Dgo. de los Tsáchilas	La Concordia	Las Villegas	214	20	8
49	13/11/2018	Sto. Dgo. de los Tsáchilas	La Concordia	Est. Exp. Santo Domingo	248	1	5
50	13/03/2019	Sto. Dgo. de los Tsáchilas	Sto. Dgo. De los Colorados	La Providencia	251	200	4

En la Figura 15, se presenta la distribución porcentual de los siete grupos del orden Coleoptera, identificados a nivel de Familia y Sub Familia, en las 50 plantaciones de teca visitadas. Destaca la subfamilia Scolytinae, como el grupo más abundante con el 75.96% de especímenes recolectados en trampas, seguido de la familia Nitidulidae con 9.62% del total de especímenes.

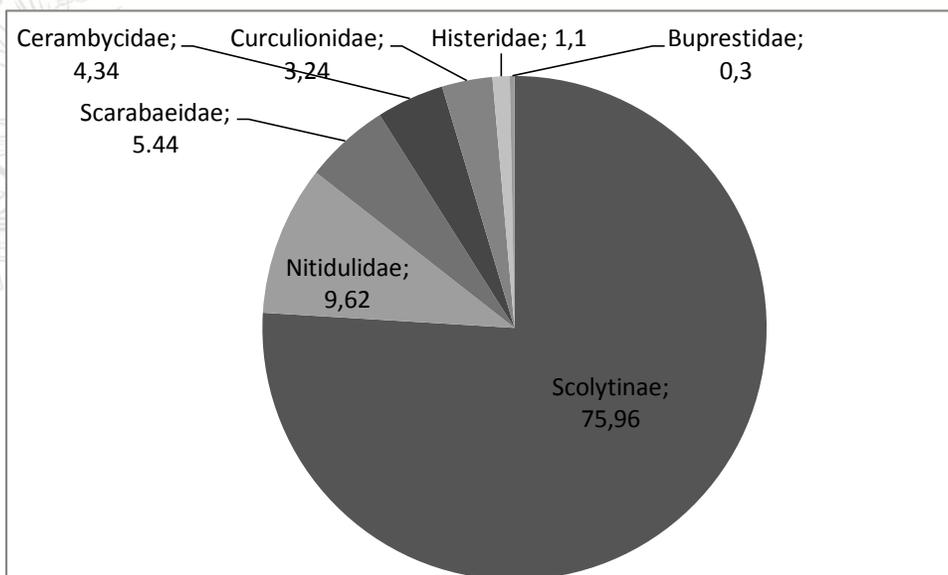


Figura 15. Distribución porcentual de las seis familias del orden Coleoptera, registrada en las 50 plantaciones de teca. Proyecto “Etiología de la “Muerte Regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. AECID – INIAP 2018-2019.

Del total de las 50 plantaciones, fueron contabilizados un total de 1103 especímenes de Curculionidae: Scolytinae, capturados en 300 trampas, colocadas a 1 y 2 m de altura. Al analizar los datos, se determinó que las mayores capturas de insectos Scolytidae, se obtuvieron en las trampas ubicadas a 1 m de altura, con 669 especímenes, en comparación

con los 434 especímenes reportados en trampas a 2 m de altura (Figura 16), sin embargo la prueba de T no encontró diferencia estadística entre estos valores ($t(81) = 1,46$ $p = 0,1493$). La mayor captura de Scolytinae en las dos alturas de trampa, se registró en la provincia de Manabí, donde se reportó 309 individuos en las trampas a 1 m y 195 en trampas a 2 m. Le sigue en especímenes capturados la provincia de Los Ríos (Figura 16).

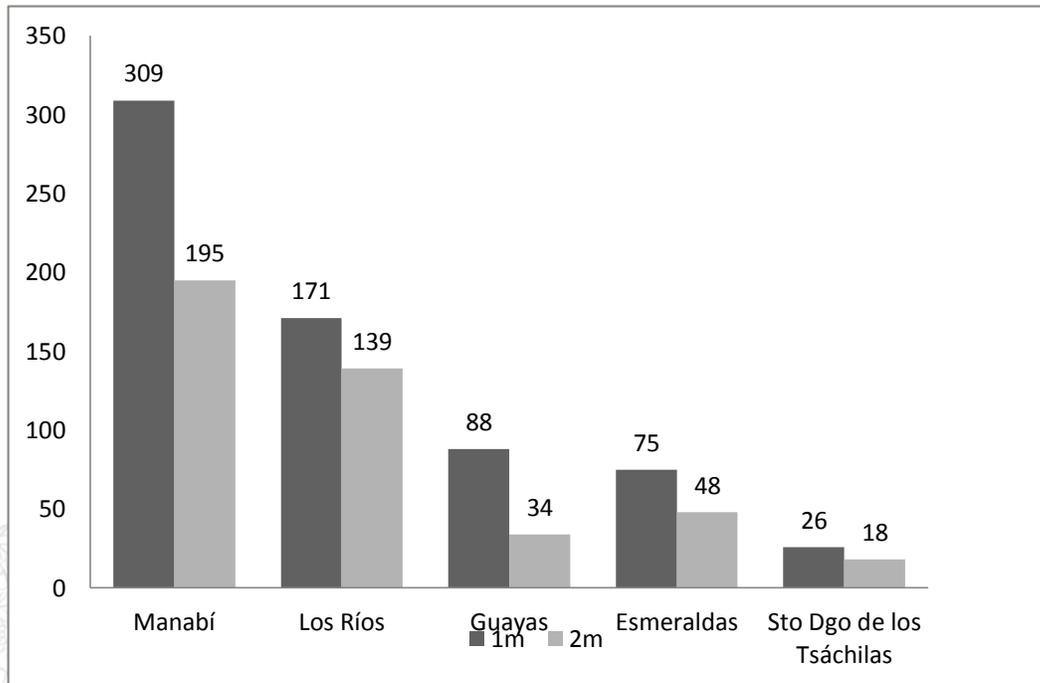


Figura 16. Número de insectos Curculionidae: Scolytinae en plantaciones de teca capturadas en trampas a 1 y 2 m de alturas con relación al suelo, en cinco provincias del Litoral ecuatoriano. Proyecto “Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. AECID – INIAP 2018-2019.

En la Tabla 3 se observa el número de individuos capturados en las trampas, clasificados de acuerdo a su familia y por provincia. Estos datos fueron sometidos a un análisis de chi cuadrado que resultó altamente significativo $X^2(24, n = 1452) = 159,13$ $p = <0,0001$, lo que indica que aunque en todas las provincias los escolitidos fueron los insectos más capturados, su proporcionalidad respecto a otras familias fue variable.

Tabla 3. Número de escarabajos encontrados de acuerdo a su familia 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 2018-2019





Grupos	Provincias				
	Esmeraldas	Manabí	Santo Domingo	Los Ríos	Guayas
Scolitinae	123	504	44	310	122
Nitidulidae	0	97	13	13	17
Scarabidae	4	30	10	25	10
Cerambycidae	5	24	1	18	15
Curculionidae	0	10	3	22	12
Histeridae	0	11	0	0	5
Buprestidae	0	0	3	1	0

En la Figura 17 se observa la relación entre las poblaciones de escolítidos y la incidencia de Muerte regresiva en las cinco provincias evaluadas, se puede apreciar que existe una asociación positiva y directamente proporcional entre la presencia de los escolítidos y el porcentaje de incidencia de la enfermedad, con la excepción de Manabí, que siendo la provincia con mayores valores de presencia de escarabajos, es la que tiene menos porcentaje de incidencia, esto se debe posiblemente a las condiciones de trópico seco en las que se desarrollan las plantaciones de teca en esta provincia, lo que implica un ambiente adverso para los hongos fitopatógenos.

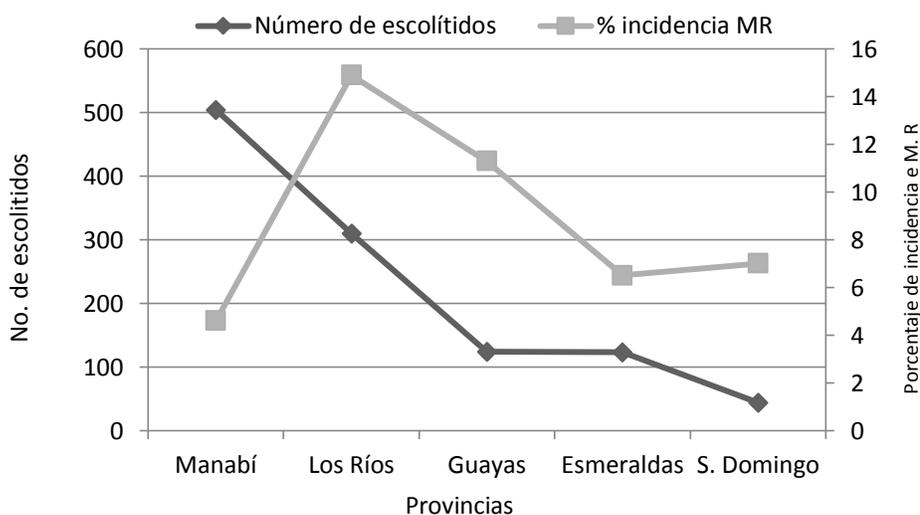
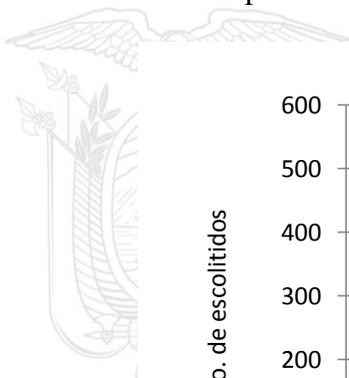


Figura 17. Relación entre poblaciones de escolítidos y porcentajes de incidencia de “Muerte regresiva” en cinco provincias del Litoral ecuatoriano. Proyecto “Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. AECID – INIAP 2018-2019.

Al momento se cuenta con el documento ATM para el envío de los especímenes al laboratorio del Dr. Cognato en los Estados Unidos, mismo que está siendo revisado por la autoridad correspondiente en Ecuador, para su aprobación y posterior firma definitiva. A



la fecha se tienen preparado 70 lotes (frascos), conteniendo adultos de diferentes morfoespecies de Scolytinae recuperados de las 50 fincas visitadas. Una vez se cuente con el ATM aprobado, se procederá al envío al laboratorio del Ph.D. Anthony I. Cognato, Profesor Director del A.J. Cook Arthropod Research Collection Entomology Graduate Program Director. Dept. of Entomology, Michigan State University, con quien se ha llegado a un acuerdo para la respectiva identificación taxonómica.

Conclusiones

La subfamilia Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae), se destacó en las 50 fincas al ser el grupo de mayor abundancia recolectado en trampas. Las mayores capturas de Scolytinae se alcanzaron en trampas ubicadas a 1 m de altura sobre el nivel del suelo. De manera general las provincias de Manabí y Los Ríos, fueron las que presentaron la mayor abundancia de Scolytinae en teca.

Recomendaciones

Se espera lograr la identificación de las especies de Scolytinae asociada a plantaciones de teca con presencia de la enfermedad “muerte regresiva” en la zona del Litoral ecuatoriano.

Actividad 2.2 Fluctuación poblacional de escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”.

Ubicación

El presente estudio está planificado para realizarse en el periodo de junio 2019 hasta mayo 2020, en tres plantaciones de teca localizadas en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos, con características pluviométricas que contrastan una de la otra, según se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Georeferenciación de las plantaciones de teca donde se establece el ensayo de dinámica poblacional de escolítinos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva”.

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

Levantamiento de la Información

Una vez seleccionadas las tres plantaciones, desde el mes de junio, se inició el estudio de dinámica de escolítinos en plantaciones de teca. Se procedió a instalar en cada finca seis troncos de teca (tres con corteza y tres sin corteza) de 20 cm de longitud provenientes de una plantación sana, las cuales fueron sumergidas en alcohol al 70% por un periodo de un



minuto y distribuidas en línea recta a un distanciamiento de 25 m entre trampa y a una altura de 1,5 m (Figura 18a y b). Estas trampas permanecen por un mes en la plantación hasta ser retiradas, embaladas y llevadas al laboratorio de Entomología de la EEP, donde son colocadas en cámaras selladas para la extracción de especímenes barrenadores (Figura 19). Se construyeron 18 cámaras de confinamiento (una por cada tronco instalado en cada finca) con canecas plásticas de color negro, en dichas canecas se realizaron dos aberturas, la primera en la parte posterior con un tamaño de 15 x 20 cm la misma que sirve para el ingreso del tronco y la segunda fue una circunferencia de un diámetro aproximado de 6 cm en la parte lateral superior izquierda, a la cual se le acoplo la tapa (la misma que fue perforada del el mismo tamaño) de un frasco transparente que sirve de escape para el insecto. A partir de la colocación del tronco a la cámara, se realizó evaluaciones diarias de estas cámaras para el registro en la ficha de evaluación. Estos troncos permanecen individualizados en estas cámaras por 30 días. A partir de este tiempo se procede a seccionar dos troncos por cada plantación, con la finalidad de contabilizar los estados biológicos de insectos barrenadores, así como la recuperación de adultos. Adicionalmente, se colocan seis trampas de botella plásticas a 1,5 metros sobre nivel del suelo distribuidas a 25 m de distancia entre trampas. Veinticuatro horas después, se retiraran las trampas (plásticas) y se recolectan los insectos capturados en cada una de las trampas, los especímenes son colocados en frascos con alcohol al 96% y llevados al laboratorio de Entomología de la EEP, para su posterior conteo y separación en morfoespecies de escolítinos, siguiendo la metodología ya descrita.

Una vez se concluya esta actividad hasta mediados del 2020, con la información obtenida se procederá a realizar las regresiones y correlaciones entre las poblaciones de Scolytinae y las condiciones ambientales de cada localidad en estudio y los resultados serán presentados en curvas, histogramas, entre otros.





Figura 18. a. Troncos de teca provenientes de plantaciones sanas sumergidas en alcohol. b. troncos de teca instalada en fuste de árbol de teca durante un mes.



Figura 19. Camaras selladas conteniendo troncos de teca individualizados para la recuperación de especímenes barrenadores. Estación Experimental Portoviejo. 2019.

Resultados

En la Figura 20, se presenta la dinámica poblacional del grupo Scolytinae en el periodo junio/2018 a noviembre/2019, en las tres plantaciones en estudio ubicadas en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos. Se observa que estos barrenadores de la madera se presentaron durante los seis meses de evaluación, en un ritmo poblacional coincidente en las tres fincas, alcanzando las mayores poblaciones en noviembre, destacándose la localidad de Buena Fe (Los Ríos) al presentar hasta la fecha la mayor presencia de escolítinos, con una población de 467 individuos capturados. Entre los meses de junio a agosto las poblaciones se mantuvieron bajas, siempre en las tres fincas evaluadas (Figura 20).



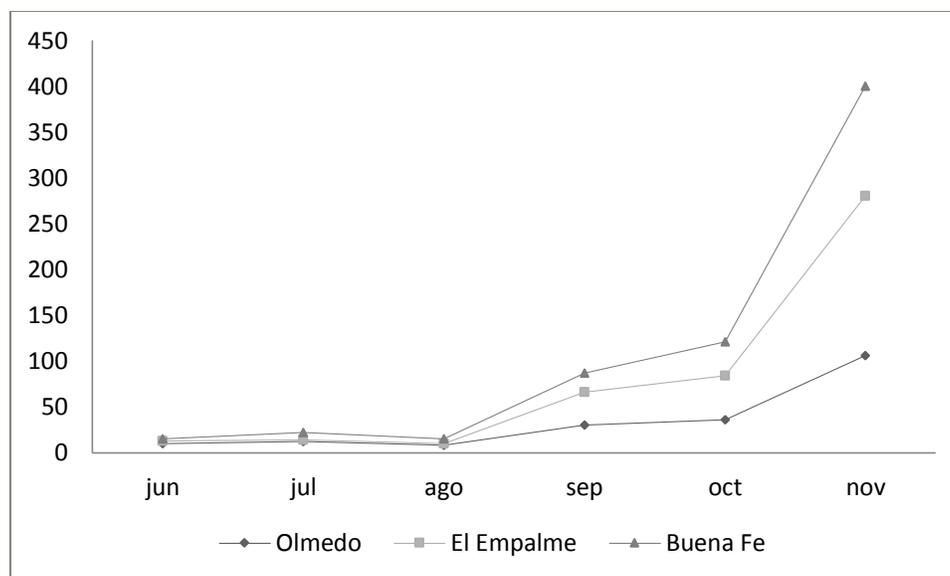


Figura 20. Dinámica poblacional del grupo Curculionidae: Scolytinae en tres localidades de las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos. Proyecto “Etiología de la “Muerte regresiva” de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. AECID-INIAP Periodo junio/2018 a noviembre/2019.

Conclusiones

El grupo Scolytinae presenta un crecimiento y dinámica poblacional semejante en plantaciones de teca de las tres provincias evaluadas con condiciones ambientales contrastantes, siendo noviembre el mes de mayor incidencia de estos barrenadores de la madera.

Recomendaciones

Continuar con la actividad de dinámica hasta completar el año de estudio y así poder obtener resultados que permitan establecer el comportamiento de las poblaciones de escolítinos en teca bajo regímenes climáticos contrastantes.

Actividad 2.3. Capacidad de transmisión de insectos vectores de la enfermedad “Muerte regresiva”.

Ubicación

Esta actividad se ha iniciado a partir del último trimestre de este 2019 y se la realiza en conjunto, entre los laboratorios de Entomología de la EEP y el laboratorio de Fitopatología de la EETP del INIAP.

Levantamiento de la información

La presente investigación se la realizará en dos fases. Una primera fase busca confirmar la transmisión de la enfermedad “Muerte regresiva” a nivel de campo. Para esto, mensualmente están siendo colocados hasta mayo de 2020, dos troncos centinelas (sin corteza y sumergidos en alcohol 70% por 60 segundos) en cada una de las tres plantaciones correspondientes a la actividad de dinámica poblacional, esto es en Buena Fe (Los Ríos),



El Empalme (Guayas) y Olmedo (Manabí). Al final de cada mes, los troncos son trasladados hasta el laboratorio de Fitopatología de la EETP, donde inmediatamente, son disecados para observar las galerías realizadas por el grupo Scolytinae y recuperar los especímenes en todas las fases biológicas (adultos, pupas y larvas). De las galerías presentes en cada uno de los troncos disecados se obtienen los crecimientos de hongos, y se procede al aislamiento de microorganismos asociados a “Muerte Regresiva”, en diferentes medios de cultivo (PDA conteniendo antibiótico, discos de zanahoria entre otros). Posteriormente, se realizará la identificación morfológica y conservación de los mismos. Los especímenes Scolytinae obtenidos de estas galerías, son conservados en seco y bajo congelación. A partir de estos serán colocados en matraces conteniendo 50 mL de agua estéril y puestos en agitador. Las soluciones resultantes de estos lavados, serán utilizadas para realizar siembras en cajas Petri con PDA para observar el posible crecimiento de organismos asociados a estos insectos y que pudieran ser los responsables de la “Muerte regresiva” en teca.

La fase dos, se desarrollará a nivel de una casa de vegetación ubicada en la EEP, donde se han confinado 150 plantas de teca de aproximadamente un año de edad. Por el momento estas plantas están en periodo de aclimatación para a partir del 2020 proceder a las pruebas de transmisión. Para esto se utilizarán los individuos adultos de al menos dos especies de Scolytinae de mayor abundancia, que están siendo recuperados de los troncos centinelas ubicados en el estudio de dinámica poblacional. Paralelamente, se deberá contar con la identificación y conservación de los posibles hongos presentes en las galerías, obtenidos según la metodología arriba descrita. Los individuos de Scolytinae serán ubicados sobre cajas de Petri conteniendo el crecimiento de cada hongo, esperando que los mismos al caminar se impregnen de esporas de los hongos, para posteriormente ser confinados en los troncos de las plantas de teca ubicadas en la casa de vegetación. Para esto se utilizarán mangas entomológicas elaboradas con malla antiáfidos. Periódicamente se revisarán las plantas hasta confirmar que los Scolytinae hayan perforado e ingresado al tallo de cada planta. Aproximadamente seis meses después de su infestación artificial, se disectarán los tallos y se evaluará el número de perforaciones, longitud de galerías, presencia de colonias de la especie Scolytinae utilizada en la infestación artificial (huevos, larvas, pupas, adultos), presencia o ausencia de hongos causantes de la enfermedad “Muerte regresiva” en cada planta infestada, identificación morfológica de los hongos y porcentaje de plantas enfermas.

Análisis estadístico

Las variables serán sometidas a la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Resultados preliminares

A la fecha en el mes de noviembre/2019, se ha realizado en el laboratorio de Fitopatología de la EETP la primera disecación de los troncos centinelas y se procedió a efectuar la respectiva siembra de organismos encontrados en las galerías. De igual manera se procedió con los individuos de Scolytidae, quedando a la espera de los primeros resultados.





Actividad no programada del Componente 2. “Ajuste metodológico del uso de troncos de teca para captura de escolitinos, en estudio de dinamica poblacional de Scolytinae”.

Responsables

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

Colaboradores

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

Objetivo

Determinar el método de captura adecuado de escolitinos utilizando trampas con troncos centinelas.

Metodología

Esta fue una actividad no programada dentro de la A2.C2. Determinación del rol de insectos escolitinos (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 centinela en tres fincas con diferentes características climáticas, donde se se realiza el estudio de dinámica poblacional de escolitinos en plantaciones de teca.

Ubicación

Esta actividad se realizó en el mes de abril/2019, en una plantación experimental de teca de aproximadamente cuatro años de edad, establecida en el lote “Teodomira” por el Programa de Forestería de la Estación Experimental Portoviejo, 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 trozos de tallo de teca provenientes de una plantacion sana con dimensiones de 20 cm de longitud y de entre 8 a 12 cm de diametro. Para realizar el experimento se tomaron en consideracion los siguientes factores: días de permanencia en el campo, altura de la trampa sobre el nivel del suelo (1, 1,5 y 2 m), troncos con corteza y sin corteza y troncos sumergidos en alcohol y no sumergidos. Al realizar la combinación de estos factores, se obtuvieron 12 tratamientos que fueron colocadas de manera aleatoria en la plantación seleccionada. Los datos fueron analizadas mediante un análisis de varianza para un diseño de bloques completos en arreglo factorial (AxBxCxD). La única variable analizada fue el número de coleópteros barrenadores por trampa.



**Tabla 4.** Combinación de tratamientos. AECID – INIAP, 2019.

Trat.	Descripción		
	Altura (m)	Alcohol (con/sin)	Corteza (con/sin)
1	1,0	con	Con
2	1,0	con	Sin
3	1,0	sin	Con
4	1,0	sin	Sin
5	1,5	con	Con
6	1,5	con	Sin
7	1,5	sin	Con
8	1,5	sin	Sin
9	2,0	con	Con
10	2,0	con	Sin
11	2,0	sin	Con
12	2,0	sin	Sin

Resultados

En la figura 21 se muestran los resultados obtenidos en esta prueba, observándose que el único factor que pudo influenciar significativamente ($p = 0,0041$) sobre el número de escarabajos presentes en las trampas, fue la práctica de sumergir los troncos en alcohol antes de colocarlos en el campo, cuando se realizó esta labor el número de insectos capturados por trampa fue en promedio 15,31 y cuando no se lo hizo 7,36. Esto quiere decir que hay un incremento altamente significativo en número de insectos en los troncos cuando hay presencia de alcohol, debido muy posiblemente a la atracción que ejerce esta sustancia sobre este grupo de coleópteros (Fig. 21B). Los otros factores no ejercieron influencia estadística pero numéricamente hubo más capturas a los 15 días, y en troncos colocados a 1,5 m de altura y sin la presencia de corteza (Fig. 21 A,C,D)



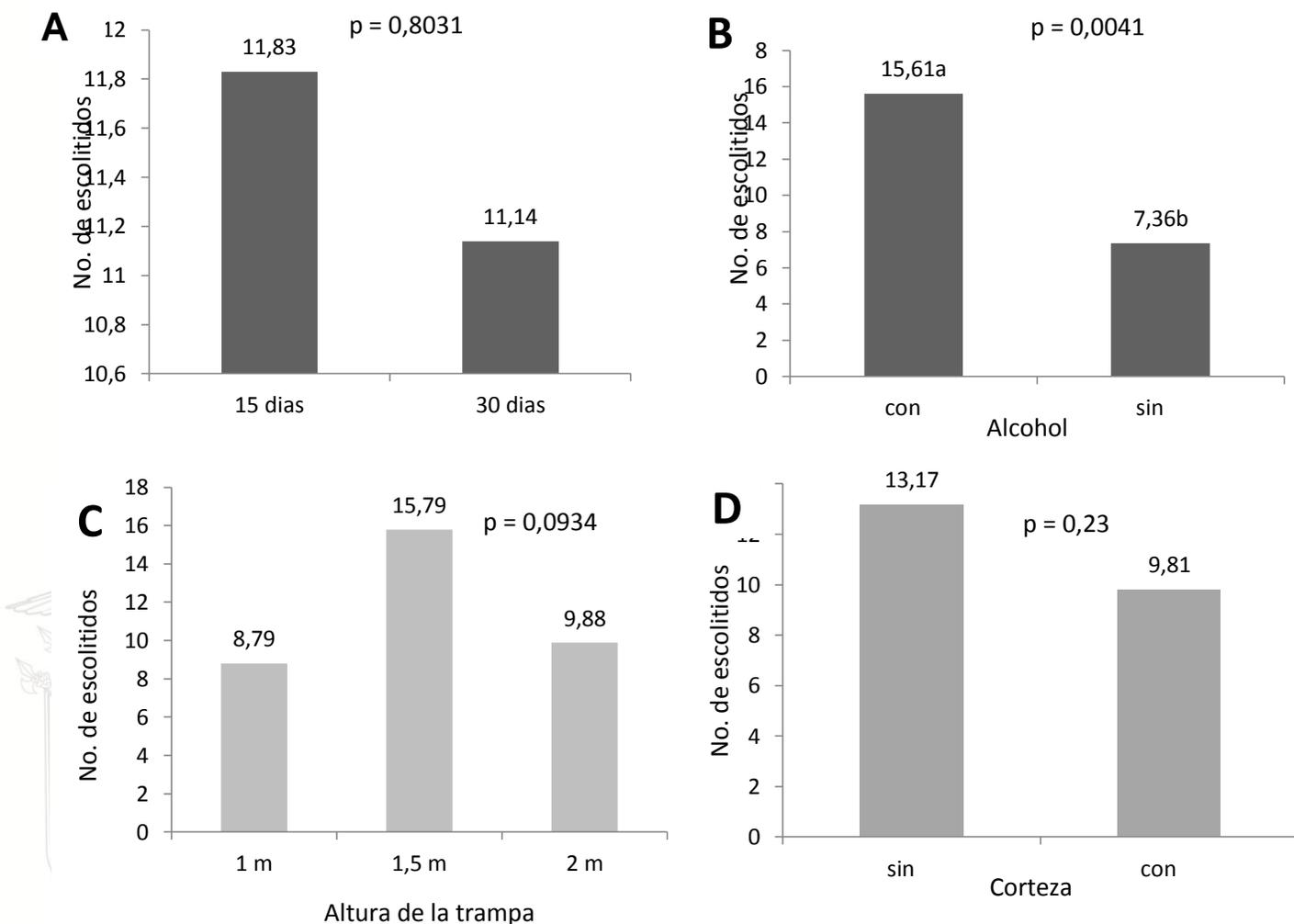


Figura 21. Número de insectos barrenadores (Coleoptera: Curculionidae) capturados en trampas de troncos sanos de teca, de acuerdo a los factores evaluados. **A.** días de permanencia en el campo, **B.** Presencia o no de alcohol. **C.** Altura de colocación de la trampa. **D.** Presencia o no de corteza. AECID-INIAP, 2019.

Referencias bibliográficas

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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





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

RStudio Team (2015) Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com>.

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

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





- **Proyecto 5. Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano.**

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

Colaboradores: Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP).

Ing. Rafael Sotelo (Técnico contratado FAO).

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

Ing. Antonio Pinargote B. (Entomología EEP).

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

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

Ing. Geover Peña (EEP).

Ing. Alma Mendoza (Fitopatología EEP).

Dr. César Tápia (DENAREF-EESC).

Ing. Álvaro Monteros (DENAREF-EESC).

Mg. Wilmer Ponce (Laboratorio de Bromatología EEP).

Mg. Benny Avellán (Transferencia EEP).

Otros colaboradores.

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

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

Ing. Roberto Navia (FAO-Tosagua-Manabí).

AGROCALIDAD.

Antecedentes.

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

La superficie cultivada, se ha reducido drásticamente en los últimos años. A partir de 1974 se experimenta un decrecimiento de alrededor del 30% en producción y 60% en superficie. Según las estadísticas, la superficie 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 algodonero, 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 algodonero enfrenta grandes desafíos a nivel internacional y nacional, que requiere de cooperación e implementación de estrategias en conjunto con los actores involucrados. En este contexto, surge el proyecto 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 algodonero 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 algodonero 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 Secretaria 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 algodonero *Anthonomus grandis*, plaga considerada cuarentenaria para Ecuador. Con estos materiales, se podría iniciar un programa de mejoramiento y validación, además de atender la problemática fitosanitaria, retomando las investigaciones en torno al estatus de las plagas y sus enemigos naturales bajo las condiciones actuales, con la finalidad de proponer alternativas viables de ser aplicadas en la producción sostenible del algodón.

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

Objetivo general.



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

Objetivos específicos (2019).

Estudiar el comportamiento adaptativo de la variedad de algodón BRS-336 introducida de Brasil en dos densidades poblacionales y un régimen de control fitosanitario en el “Valle del Río Portoviejo”.

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

Evaluar la eficacia de varias alternativas MIP en el control de insectos-plaga en algodón en área confinada de la EEP

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

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

Establecimiento de un lote de producción 0,5 ha de semilla artesanal de algodón de la variedad DP-Acala 90.

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

Metodología.

Durante el 2019, el DNPV-Entomología, desarrolló varias actividades en el marco del proyecto “Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano”, aprobado por el Comité Técnico de la Estación Portoviejo, mediante Acta de Revisión de Comité Técnico N° 013 y Acta de Aprobación N° 003 de fecha 01 de junio de 2018.

Actividad 5.1. Estudio del comportamiento adaptativo de la variedad de algodón BRS-336 introducida de Brasil en dos densidades poblacionales y un régimen de control fitosanitario en el valle del Río Portoviejo”.

Ubicación.

El presente experimento, se lo estableció durante el periodo lluvioso, en fecha 13 de febrero de 2019, 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. Programa

Programa 1: Tecnología INIAP

Programa 2: Control (testigo del productor)

Factor C. Variedades

Variedad 1: BRS-336

Variedad 2: DP-Acala 90

El programa de tecnología INIAP, involucró básicamente la fertilización basado en análisis de suelo, aplicando Urea (26 kg) a los 15 dds y la mezcla de Urea (3,48 kg) + Yaramilla (15 kg), a los 45 dds, así como la aplicación de regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat, a los 40 dds (0,5 mL/L agua), 60 dds (1,5 mL/L agua) y 70 dds (2mL/L agua). La parcela control no recibió fertilización ni regulador de crecimiento.

Unidad experimental.

Parcelas experimentales de dos variedades comerciales de algodón en dos poblaciones, con un tamaño de 28,8 y 30 m², 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)	Programa	Variedad
1	P1 P1V1	62.500	Tecnología INIAP	BRS-336
2	P1 P1V2	62.500	Tecnología INIAP	DP-Acala 90
3	P1 P2V1	62.500	Control (testigo)	BRS-336
4	P1 P2V2	62.500	Control (testigo)	DP-Acala 90
5	P2 P1V1	50.000	Tecnología INIAP	BRS-336
6	P2 P1V2	50.000	Tecnología INIAP	DP-Acala 90
7	P2 P2V1	50.000	Control (testigo)	BRS-336
8	P2 P2V2	50.000	Control (testigo)	DP-Acala 90

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.

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 ² (4,8 m x 6 m) P2. = 30 m ² (5 m x 6 m)
Área útil de parcela:	P1. = 19,2 m ² (3,2 m x 6 m) P2. = 18 m ² (3 m x 6 m)
Área total del experimento:	1511,4 m ² (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 Software estadístico InfoStat versión 1.0 (InfoStat, 2016).

Manejo específico del experimento.

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



1.527 kg/ha de algodón en fibra, siendo el porcentaje de fibra del 38-39,5%. Este material reporta resistencia a importantes enfermedades del algodón, así como a nematodos (EMBRAPA, 2011). Mientras que el material control correspondió a la variedad comercial DP-Acala 90, obtenida del área experimental de algodón del INIAP en la campaña 2018.

Preparación del suelo: Se realizó la preparación mecanizada del terreno, mediante un pase de arado profundo, dos pases de rastra y un pase de cultivador tipo “rotavator” con la finalidad de obtener un suelo completamente muyido. A partir de esto se procedió a balizar según los distanciamientos planificados (0,8 y 1,0 m entre líneas).

Análisis de suelo: Con base a los resultados se programó la aplicación de la fertilización en los tratamientos con tecnología INIAP.

Siembra: Previo a la siembra toda la semilla fue tratada con Vitavax (3 g/kg de semilla), además de thiodicarb + imidacloprid (Semepid) en dosis de 25mL/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 y 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, con lo cual se obtuvo la población de acuerdo al tratamiento.

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, inmediatamente después de la siembra se realizó la aplicación de herbicida de contacto, no selectivo (paraquat 10 mL/L agua) más el pre-emergente Herbilid (pendimentalina 10mL/L agua). Posteriormente, 24 dds se aplicó en post-emergencia un graminicida (Verdict 1.5 mL/L agua) + una deshierba manual a los 44 dds.

Riegos: Fue necesario realizar riegos complementarios para cubrir la demanda del cultivo, que correspondió a aproximadamente 500 mm.

Fertilización: se aplicó en base al tratamiento programado, según fue explicado anteriormente.

Control fitosanitario: El control de artrópodos-plaga, se realizó uniformemente en todo el experimento, efectuando monitoreo de las principales plagas asociadas al algodón. Con base en éstos monitoreos, se aplicaron sustancias específicas de menor impacto a los enemigos naturales, privilegiando biológicos, botánicos y organosintéticos de nueva generación y menor toxicidad. A los 17 dds se aplicó en “drench” el insecticida thiametoxam (1mL/L agua). Además fue necesario efectuar tres controles fitosanitarios a los 57, 83 y 97 dds, utilizando clorpirifos (2 mL/L agua), lambda cihalotrina + thiametoxam (1mL/L agua) y Neem (5 mL/L agua). También se realizó una aplicación de fungicida benomil (3g/L agua) a los 35 dds.





Regulador de crecimiento: Se aplicó en base al tratamiento programado, según fue explicado anteriormente.

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. Se efectuaron dos pases de cosecha hasta los 210 dds.

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, con la finalidad de destruir los sitios de cría o sobrevivencias de las plagas típicas del algodón, entre ellas la polilla.

Métodos de evaluación.

Se realizaron evaluaciones semanales y quincenales de las variables incidencia de problemas fitosanitarios, así como los datos agronómicos y rendimiento, de acuerdo con la siguiente metodología:

a. Incidencia de artrópodos plagas y benéficos.

Incidencia de gusanos trozadores: a los 6 y 8 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*, 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: *Atta* spp.; *Bemisia tabaci*; *Frankliniella* spp.; *Epitrix* spp.; *Chrysomelidae*; *Aphis gossypii*; Cicadellidae; Tingidae; *Bucculatrix thurberiella*; *Anthonomus vestitus*; *Dysdercus* sp.; *Tetranychus* spp. y *Alabama argillacea*; además de sus principales enemigos naturales: Arañas; Dolichopodidae; *Orius* spp.; *Franklinothrips* sp.; Coccinellidae; *Zelus* sp.; *Chrysopa* spp.

b. Datos agronómicos.

Porcentaje de germinación: a los 6 y 8 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 principalmente previo a la aplicación de regulador de crecimiento (43, 57, 68 y 122 dds) 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.



Longitud de entrenudos (cm) por planta: a los 122 dds se determinó la longitud en centímetros de los cinco entrenudos terminales en las cinco plantas marcadas en el área útil de cada parcela.

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.

Número de ramas productivas por planta: un día antes de la cosecha, se contó el número de ramas productivas en las cinco plantas marcadas. Se consideró rama productiva a la que posea al menos un capullo maduro, abierto, apto para la cosecha.

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

Peso en kg/parcela y kg/ha: Una vez concluidas las cosechas se acumuló la producción y se determinó el peso de algodón en rama en kg/parcela, que luego se transformó en rendimiento en kg/ha.

Resultados.

a. Incidencia de artrópodos plagas y benéficos.

Incidencia de gusanos trozadores: Cuando se analizó los resultados del porcentaje de plantas trozadas por acción de insectos de los géneros *Agrotis* y *Spodoptera* a los 6 y 8 dds, no se determinó significación estadística en ninguno de los factores en estudio (Tabla 6), muy posiblemente debido a que toda la semilla de algodón recibió el mismo tratamiento con thiodicarb+imidacloprid previo a la siembra. No obstante, se puede apreciar en la misma tabla, que el porcentaje de plantas trozadas, se incrementó notablemente a los 8 dds en todos los factores en estudio. Pese a este incremento, se puede mencionar que la variedad introducida BRS-336, presentó siempre en las dos fechas de evaluación una menor afectación de plantas trozadas (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje de plantas trozadas a los 6 y 8 dds observado entre los factores en estudio en el experimento de adaptabilidad de la variedad de algodón BRS 336 introducida de Brasil. Estación Experimental Portoviejo, 2019a.

Factores en estudio	Plantas trozadas	
	6 dds	8 dds
Población de plantas		
1(62500)	1,99	9,44
2(50000)	2,1	8,38



<i>P</i>	ns	ns
Programa		
1 (Tecnología INIAP)	2,05	8,75
2 (Testigo)	2,04	9,06
<i>P</i>	ns	ns
Variedad		
1 (BRS-336)	0,98	5,38
2 (DP-Acala 90)	3,11	12,44
<i>P</i>	ns	ns
CV	43,59	35,12

dds = días después de la siembra

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

Muestreo absoluto por planta.

Durante el desarrollo del experimento fue constatada y registrada la incidencia en diferentes niveles de una diversidad de artrópodos-plaga como hormigas *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae), mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), trips *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae), pulga saltona *Epitrix* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), mariquitas defoliadoras *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae); pulgón *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), chicharritas *Sibovia* spp. (Hemiptera: Cicadellidae), chinche de encaje *Gargaphia* sp. (Hemiptera: Tingidae); minador del algodón *Bucculatrix thurberiella* (Lepidoptera: Lyonetiidae), picudo del algodón *Anthonomus vestitus* (Coleoptera: Curculionidae), chinche manchador de la fibra *Dysdercus* sp. (Hemiptera: Pyrrhocoridae); arañita roja *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) y gusano defoliador del algodón *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae). De estas, se destacaron por sus mayores poblaciones trips *Frankliniella* spp., pulgón *A. gossypii*, defoliador *Diabrotica* spp., chinche manchador de la fibra *Dysdercus* sp. la arañita roja *Tetranychus* spp. y el gusano defoliador del algodón *A. argillacea*, no obstante, ninguna de estas plagas, presentó diferencias significativas entre los factores en estudio (Tabla 7), presentando la variedad introducida BRS-336, valores de incidencia numericamente menores a la variedad DP-Acala 90.

Tabla 7. Resultado de la población promedio de los principales artrópodos-plaga presentes entre los factores en estudio en el experimento de adaptabilidad de la variedad de algodón BRS-336 introducida de Brasil. Estación Experimental Portoviejo, 2019a.

Factores en estudio	Artrópodos-plaga asociados al cultivo de algodón					
	<i>Frankliniella</i> sp.	<i>Aphis</i> <i>gossypii</i>	<i>Diabrotica</i> spp.	<i>Dysdercus</i> spp.	<i>Tetranychus</i> spp.	<i>Alabama</i> <i>argillacea</i>
Población de plantas						
1 (62500)	151,6	21,56	3,94	1,94	13,31	2,4
2 (50000)	171,1	19,81	4,38	4,94	7,5	2,8
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Programa						
1 (Tecnología INIAP)	173,9	24,44	3,06	4,06	11,44	2,8
2 (Testigo)	148,8	16,94	5,25	2,81	9,38	2,3



<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Variedad						
1 (BRS-336)	157,5	15,31	4,5	3,06	9,19	2,3
2 (DP-Acala 90)	165,2	26,06	3,81	3,81	11,63	2,9
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
CV	23,48	86,08	63,51	83,45	99,74	68

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

Ocurrencia de enemigos naturales.

Durante este experimento se registró las poblaciones de una diversidad de enemigos naturales de los principales artrópodos-plaga asociados al algodón en el Valle del Río Portoviejo, entre ellos arañas, *Condylostylus* sp. (Diptera: Dolichopodidae), chinche *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae), thrips *Franklinothrips vespiformis* (thysanoptera: Aeolothripidae), mariquitas *Cheilomenes* sp., *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) y *Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae). Se puede resaltar la mayor ocurrencia de una gran diversidad de arañas depredadoras, sin embargo, en ninguna de las especies evaluadas se reportó significación estadística entre los factores en estudio (Tabla 8). Por otro lado es posible destacar que pese a su reciente introducción, la variedad BRS-336 comparte la misma fauna benéfica de la variedad adaptada DP-Acala 90.

Tabla 8. Resultado de la población promedio de los principales artrópodos-benéficos presentes entre los factores en estudio en el experimento de adaptabilidad de la variedad de algodón BRS 336 introducida de Brasil. Estación Experimental Portoviejo, 2019a.

Factores en estudio	Artrópodos-benéficos presentes en el cultivo de algodón						
	Arañas	<i>Condylostylus</i> sp.	<i>Orius</i> sp.	<i>Franklinothrips</i> <i>vespiformis</i>	<i>Cheilomenes</i> sp	<i>Zelus</i> spp.	<i>Chrysoperla</i> sp.
Población de plantas							
1(62500)	16,75	0,38	1,31	0,94	1,06	0,69	0,88
2(50000)	13	1,19	1,69	0,81	1,31	1,19	0,81
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Programa							
1 (Tecnología INIAP)	15,38	1,06	1,69	1	1,44	1,19	0,69
2 (Testigo)	14,38	0,5	1,31	0,75	0,94	0,69	1
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Variedad							
1 (BRS-336)	14,31	0,38	1,38	0,69	1,25	1	1,06
2 (DP-Acala 90)	15,44	1,19	1,63	1,06	1,13	0,88	0,63
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
CV	21,91	158,39	55,28	142,86	97,99	100,96	92,91

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

b. Datos agronómicos.

Porcentaje de germinación.

No hubo respuesta de la germinación de los dos materiales probados, a ninguno de los factores en estudio. Sin embargo, la variedad BRS-336 alcanzó ligeramente una mayor germinación en las dos fechas de evaluación, con 64,12 y 67,29%, respectivamente (Tabla 9). También se pudo observar que la germinación no se incrementó grandemente entre los 6 a 8 dds (Tabla 9).

Tabla 9. Porcentaje de germinación a los 6 y 8 dds observado entre los factores en estudio en el experimento de adaptabilidad de la variedad de algodón BRS 336 introducida de Brasil. Estación Experimental Portoviejo, 2019a.

Factores en estudio	% de germinación	
	6 dds	8 dds
Población de plantas		
1 (62500)	63,2	65,46
2 (50000)	61,7	66,12
<i>P</i>	ns	ns
Programa		
1 (Tecnología INIAP)	61,58	64,36
2 (Testigo)	63,33	67,22
<i>P</i>	ns	ns
Variedad		
1 (BRS-336)	64,12	67,29
2 (DP-Acala 90)	60,78	64,29
<i>P</i>	ns	ns
<i>CV</i>	7,93	10,49

dds = días después de la siembra

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

Altura de planta.

Cuando se analizó los valores promedios de la altura de planta (m) a los 122 dds, se observó que hubo diferencias significativas en el factor programa de manejo, sobresaliendo el tratamiento tecnología INIAP, que presentó una menor altura de planta (1,25 m), influenciado preferentemente por la actividad del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat, aplicado a los 40 dds (0,5 mL/L agua), 60 dds (1,5 mL/L agua) y 70 dds (2mL/L agua), muy diferente al tratamiento testigo (control), que registró en la misma fecha una altura promedio de planta de 1,88 m (Figura 22). Con relación al factor población de siembra, este no influyó la altura de planta. Se puede destacar que no obstante la variedad BRS-336 es de reciente introducción al Ecuador, esta presentó un promedio de altura similar a la variedad adaptada DP-Acala 90, con registro de muchos años en el país (Figura 22).



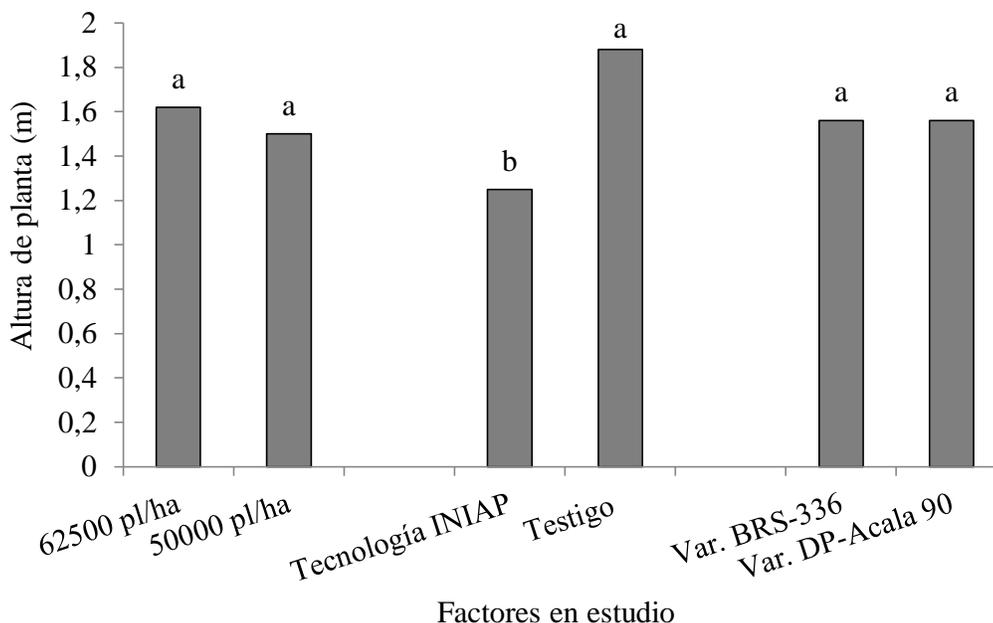


Figura 22. Valores promedio de altura de plantas (m) registrado entre los factores de estudio a los 122 dds en el experimento de adaptabilidad de la variedad de algodón BRS 336 introducida de Brasil. Estación Experimental Portoviejo, 2019a.

Longitud de entrenudos (cm) y número de ramas productivas/planta.

No hubo respuesta estadística en la longitud de entrenudos (cm) y en el número de ramas productivas por efecto de la población de plantas/ha, alcanzando valores bastante cercanos entre si (Tabla 10). Con relación a las variedades estudiadas, tampoco se registró diferencias significativas en estas variables, presentando la variedad introducida BRS-336 valores de longitud de entrenudos y ramas productivas, muy similares estadísticamente a la variedad adaptada DP-Acala 90 (Tabla 10), lo cual está correlacionado muy posiblemente a similitud en la altura de planta, que alcanzaron estos dos materiales (Figura 22). Con relación al factor programa de manejo, si fue reportado diferencias estadísticas significativas, presentando el tratamiento Tecnología INIAP el menor promedio de longitud de entrenudos (2,92 cm), diferente al testigo control que registró 6,86 cm de longitud de entrenudo (Tabla 10), lo cual está influenciado por la aplicación del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat en los momentos antes citados. Mientras que para la variable número de ramas productivas no se encontró diferencias estadísticas en el factor programa de manejo (Tabla 10).

Tabla 10. Valores promedios de las variables longitud de entrenudos (cm) y número de ramas productivas registrada entre los factores en estudio (122 dds) en el experimento de adaptabilidad de la variedad de algodón BRS 336 introducida de Brasil. Estación Experimental Portoviejo, 2019a.

Factores en estudio	Longitud de entrenudos en cm (122 dds)	Número de ramas productivas
Población de plantas		

1 (62500)	4,84	45,13
2 (50000)	4,94	48
<i>P</i>	ns	ns
Programa		
1 (Tecnología INIAP)	2,92 b	46,06
2 (Testigo)	6,86 a	47,06
<i>P</i>	<0,0001 *	ns
Variedad		
1 (BRS-336)	4,91	46,38
2 (DP-Acala 90)	4,88	46,75
<i>P</i>	ns	ns
CV	9,54	20,13

dds = días después de la siembra

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

Días a la apertura de la primera flor y días a la primera bellota.

En la Tabla 11, se presentan los valores promedios de los días a la apertura de la primera flor y días a la aparición de la primera bellota entre los factores en estudio. Se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas, en los días a la primera flor para ninguno de los tres factores en estudio. La variedad introducida BRS-336 registró la primera flor (53,13 días) en fecha muy similar a la variedad DP-Acala 90 (53,31 días). Con relación a los días transcurridos para la aparición de la primera bellota, sólo hubo respuesta estadística al factor poblaciones de plantas/ha, destacándose la población de 50.000 pl/ha, donde se presentó la primera bellota en el menor tiempo (45 dds), muy diferente a los 70 días que se alcanzó con la población de 62.500 pl/ha (Tabla 11). Para el factor programa de manejo y variedades estudiadas, no se reportó diferencias estadísticas. Sin embargo, con la tecnología INIAP (fertilización y regulador de crecimiento), se logró un menor tiempo que en el control. La variedad introducida BRS-336 por su parte presentó tiempos similares a la variedad DP-Acala 90 (Tabla 11).

Tabla 11. Valores promedios de las variables días a la apertura de la primera flor y días a la primera bellota entre los factores en estudio en el experimento de adaptabilidad de la variedad de algodón BRS-336 introducida de Brasil. Estación Experimental Portoviejo, 2019a.

Factores en estudio	Días a la primera flor	Días a la primera bellota
Población de plantas		
1 (62500)	52,81	70 a
2 (50000)	53,63	45 b
<i>P</i>	ns	0,0012 *
Programa		
1 (Tecnología INIAP)	53,56	48,75
2 (Testigo)	52,88	66,25
<i>P</i>	ns	ns
Variedad		

1 (BRS-336)	53,13	57,5
2 (DP-Acala 90)	53,31	57,5
<i>P</i>	ns	ns
Población de plantas	2,72	48,93

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

Número de bellotas por planta y peso de algodón en rama (kg/parcela).

Hubo respuesta estadística significativa, en el número promedio de bellotas/planta a los factores población de plantas/ha y programa de manejo, pudiéndose destacar que con 50.000 pl/ha se obtuvo un mayor número de bellotas/planta (31,13 bellotas), diferenciándose significativamente de la población 62.500 pl/ha que presentó 27,44 bellotas (Tabla 12). Mientras que fue la tecnología INIAP (fertilización + regulador de crecimiento), la que permitió alcanzar un mayor número de bellotas (33,44), diferente estadísticamente del testigo control que sólo reportó 25,13 bellotas/planta (Tabla 12). Con relación a las variedades en estudio, no hubo diferencias estadísticas significativas, presentando la variedad introducida BRS-336 promedios muy similares a la variedad adaptada DP-Acala 90. Cuando se analizó los valores promedios del peso de algodón en rama (kg/parcela) entre los factores en estudio, sólo se alcanzó significación estadística en el factor programa de manejo, siendo superior el peso de algodón en rama, cuando se aplicó la tecnología INIAP (10,9 kg/parcela) (Tabla 12). No así en los factores población de planta y variedades, que no influenciaron estadísticamente en el peso de algodón en rama. Sin embargo, pese a no registrarse diferencias estadísticas, se puede observar que con la población de 50.000 pl/ha se obtuvo un mejor peso de algodón en rama (10,48 kg/parcela). Por su parte la variedad introducida BRS-336 presentó valores promedios de peso de algodón en rama muy similares a la variedad adaptada DP-Acala 90 (Tabla 12).

Tabla 12. Valores promedios de las variables número de bellotas/planta y peso de algodón en rama (kg/parcela) entre los factores en estudio en el experimento de adaptabilidad de la variedad de algodón BRS-336 introducida de Brasil. Estación Experimental Portoviejo, 2019a.

Factores en estudio	Número promedio de bellotas/planta	Peso de algodón en rama (kg/parcela)
Población de plantas		
1 (62500)	27,44 b	9,92
2 (50000)	31,13 a	10,48
<i>P</i>	0,0389 *	ns
Programa		
1 (Tecnología INIAP)	33,44 a	10,9 a
2 (Testigo)	25,13 b	9,5 b

<i>P</i>	0,0027 *	0,0238*
Variedad		
1 (BRS-336)	29,63	10,0
2 (DP-Acala 90)	28,94	10,4
<i>P</i>	ns	ns
Población de plantas	10,81	9,66

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

Rendimiento de algodón en rama (kg/ha).

Cuando se transformó y analizó el rendimiento de algodón en rama (kg/ha) entre los factores en estudio, se confirmó que sólo hubo respuesta al factor tecnología de manejo, alcanzándose los mejores rendimientos con la tecnología INIAP, donde se aplicó fertilización y regulador de crecimiento en los momentos antes descritos, presentando un rendimiento de 4508 kg/ha, muy superior a los 3998 kg/ha registrados en el testigo control (Figura 23). No se alcanzó diferencias en el factor poblaciones de plantas y la variedad introducida BRS-336, presentó rendimientos muy similares a la variedad adaptada DP-Acala 90 (Figura 23).

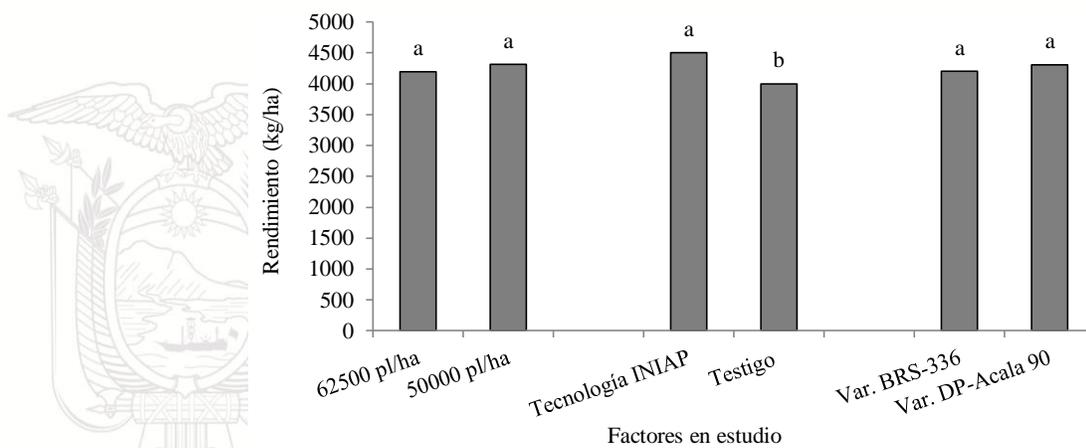


Figura 23. Valores promedio del rendimiento (kg/ha) de algodón en rama alcanzado entre los factores de estudio en el experimento de adaptabilidad de la variedad de algodón BRS-336 introducida de Brasil. Estación Experimental Portoviejo, 2019a.

c. Incidencia de enfermedades en algodón.

En fecha 03 de junio de 2019, la responsable de la unidad de Fitopatología de la EEP, realizó una evaluación directa de la presencia de enfermedades foliares y a nivel de bellotas en todas las unidades experimentales.

Se identificaron los géneros *Ramularia* sp. y *Alternaria* sp. como principales hongos presentes en el follaje del cultivo de algodón. Mientras que a nivel de bellotas, fueron determinados varios hongos, principalmente *Lasiodiplodia* sp., *Fusarium* spp. y *Colletotrichum* spp.

En la Tabla 13, se presentan los valores promedios del porcentaje de plantas con manchas foliares, bellotas sanas y bellotas enfermas. Para las enfermedades causantes de manchas foliares (*Ramularia* sp. y *Alternaria* sp.), el análisis de varianza, sólo determinó diferencias estadísticas significativas en el factor programa de manejo, presentándose menor problema

de estas enfermedades, en las plantas que recibieron la tecnología INIAP (Tabla 13), que consistió en la fertilización oportuna y uso de regulador de crecimiento. No hubo un efecto de las poblaciones y las variedades en estudio sobre la incidencia de estas enfermedades (Tabla 13). Con relación a las enfermedades que afectan a las bellotas (*Lasiodiplodia* sp., *Fusarium* spp. y *Colletotrichum* spp.), el ADEVA estableció diferencias estadísticas significativas en las variables bellotas sanas y enfermas, sólo en el factor variedades, destacándose la variedad BRS-336 de reciente introducción, por presentar el menor valor promedio (24%) de bellotas afectadas por este complejo de hongos (Tabla 13), que repercute significativamente en un mayor porcentaje de bellotas sanas, muy diferente a la variedad DP-Acala 90 que alcanzó hasta un 40% de bellotas enfermas. Finalmente, no hubo una respuesta significativa de la afectación de bellotas en función de de las poblaciones de siembra y el programa de manejo (Tabla 13).



Tabla 13. Valores promedio del porcentaje de manchas foliares, bellotas sanas y bellotas enfermas a los 110 dds observado entre los factores en estudio en el experimento de adaptabilidad de la variedad de algodón BRS-336 introducida de Brasil. Estación Experimental Portoviejo, 2019a.

Factores en estudio	Enfermedades en algodón a los 110 dds		
	Manchas foliares %	Bellotas sanas %	Bellotas enfermas %
Población de plantas			
1 (62500)	22	67	33
2 (50000)	17	69	31
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Programa			
1 (Tecnología INIAP)	12 b	68	32
2 (Testigo)	26 a	68	32
<i>P</i>	<i>0.0021</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>



Variedad			
1 (BRS-336)	22	76 a	24 b
2 (DP-Acala 90)	17	60 b	40 a
<i>P</i>	<i>ns</i>	0,003	0,0032
<i>CV</i>	47,28	18,68	40,07

dds = días después de la siembra

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

Conclusiones.

La población de plantas/ha no influyó en los parámetros de evaluación del algodón, salvo en el promedio de bellotas/planta, donde se destacó la población de 50.000 pl/ha.

Con la tecnología INIAP, que involucró la aplicación de fertilizantes y regulador de crecimiento (Cloruro de Mepiquat) a los 40, 60 y 70 dds, se logró reducir significativamente la altura de planta, la longitud de entrenudos, tiempo de aparición de la primera bellota, lo que repercutió en un mayor número de bellotas/planta, peso de algodón en rama y rendimiento de 4508 kg/ha en comparación con 3998 kg/ha registrados en el testigo control.

La variedad BRS-336, presentó una menor afectación de plantas trozadas y menor incidencia de artrópodos-plagas que la variedad DP-Acala 90, compartiendo además con esta última variedad, la misma fauna benéfica.

La variedad BRS-336 de reciente introducción al Ecuador, se comportó de manera muy similar a la variedad DP-Acala 90, con años de adaptación en el país, en parámetros como altura de planta, longitud de entrenudos, ramas productivas, días a la aparición de la primera flor, días a la primera bellota, número promedio de bellotas/planta, peso (kg) de algodón en rama y rendimiento en kg/ha, que pudiera indicar un incipiente grado de adaptabilidad al medio.

Recomendaciones.

Continuar durante el 2020 con los estudios de adaptabilidad de la variedad introducida BRS-336 en búsqueda de materiales adaptados a la zona algodonera del país.

Actividad 5.2. Identificación de grupos funcionales de artrópodos asociados al cultivo de algodón correlacionados con las condiciones ambientales.

Esta actividad busca identificar y establecer la relación de artrópodos-plaga y benéficos asociados al cultivo de algodón, con la finalidad de priorizar las plagas-clave y el accionar de sus enemigos naturales en el marco del desarrollo de alternativas para el manejo integrado de plagas.

Ubicación



El presente estudio se lo inició en el 2019 y continuará durante el 2020. Está ubicado en el Lote Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana-Manabí, geográficamente a 01°09'51" de Latitud sur y 80°23'24" de Longitud oeste, a una altitud de 60 msnm.

Características edafoclimáticas.

Temperatura promedio	26,3 °C
Precipitación media anual	527
Humedad relativa promedio	83%
Topografía	Plana
Zona	Trópico seco

Fuente: INAMHI (2015). Estación Meteorológica Santa Ana-Manabí.

Procedimiento.

Se establecieron dos parcelas de algodón de 300 m² (15x20 m), separadas una de la otra en 50 m. Se utilizó la variedad DP-Acala 90, comunmente sembrada en Manabí y se la comparó con la variedad de algodón BRS-336, introducida de EMBRAPA-Brasil a finales de 2018. Se efectuaron dos siembras, la primera el 27 de febrero de 2019 y la segunda en el mes de septiembre, que será mantenida hasta marzo de 2020. Las parcelas han recibido un programa básico de manejo, que involucra, el tratamiento a la semilla, uso de fungicidas al suelo, fertilización, riego y manejo de malezas. Se ha evitado el uso de insecticidas, para no interferir con el desarrollo de las poblaciones de artrópodos en las parcelas. Las evaluaciones de los grupos funcionales de artrópodos se inician a los 8 días después de la siembra (dds) y se realizan con una frecuencia semanal, quincenal, mensual o bimensual, dependiendo de la técnica a utilizar. En cada fecha se registran las variables biológicas consideradas para determinar la presencia e incidencia de los principales artrópodos en las parcelas experimentales, complementándose con los datos agronómicos y factores ambientales, utilizando las siguientes técnicas y metodología.

Levantamiento de la información.

Incidencia de gusanos trozadores: A partir de la emergencia y hasta los 10 dds se registra en el área útil de la 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: Para esto se etiquetaron aleatoriamente en el área útil de cada una de las parcelas, veinticinco plantas, a las cuales se les realiza el seguimiento semanal de su desarrollo, presencia de insectos y ácaros plaga en tallo, hojas, flores y frutos, además de la fauna auxiliar. En cada fecha se contabilizan todos los estados móviles de los insectos presentes. Las evaluaciones inician a partir de los 8 dds y continúan durante todo el ciclo del cultivo.



Método de trampas amarillas: a partir de los 8 dds, y con una frecuencia quincenal hasta el final del cultivo, se colocan aleatoriamente en la parcela, veinticinco trampas pegantes amarillas (5" x 3"), colocadas en el área útil y a una altura graduable en correspondencia con el crecimiento del cultivo. Se utiliza como pegante aceite SAE 5W-40®. Veinte y cuatro horas después, las trampas son retiradas del campo y llevadas al laboratorio de Entomología de la EEP, donde se procede a separar y contabilizar los grupos funcionales de artrópodos presentes en cada trampa y fecha.

Método de trampas Pitfall (trampas de caída): dentro del área útil de las parcelas, con una frecuencia mensual, se establecen dos transectos, colocando en cada uno cinco trampas de caída (10 en total). Para el efecto se utilizan vasos plásticos transparentes de un litro de capacidad, los cuales son enterrados hasta el nivel del suelo, colocando en su interior aproximadamente 500 mL de agua con detergente. Luego de 48 horas, las trampas son retiradas y su contenido (artrópodos capturados) vaciado en frascos limpios conteniendo alcohol 70%, para su posterior identificación. En el laboratorio los especímenes son conservados, contados, separados e identificados hasta nivel de familia, género y hasta donde sea posible a especie, utilizando para esto claves taxonómicas de Borror et al. (1989); Delvare et al. (2002).

Redeo: Con una frecuencia bimensual se realizan en cada ocasión seis pases de red entomológica sobre el follaje de las plantas de algodón en el área útil de la parcela experimental. Los artrópodos colectados, son colocados en fundas plásticas, para ser llevados al laboratorio, donde son contabilizados e identificados hasta el nivel de familia, utilizando para esto las claves taxonómicas antes citadas.

Los especímenes colectados en las diferentes técnicas de colecta, están siendo conservados en alcohol 70%, para de ser necesario proceder a solicitar confirmación de la identificación taxonómica con los especialistas correspondientes.

Datos agronómicos: durante el desarrollo del cultivo se registran variables como altura de planta, entrenudos, floración y fructificación, principalmente.

Datos climáticos: Se están registrando 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. La información servirá para establecer al término de la investigación, las correlaciones entre las poblaciones de artrópodos presentes en algodón y los factores ambientales.

Análisis estadístico

Análisis faunístico: se espera determinar la riqueza y abundancia estimada de artrópodos asociados al cultivo de algodón, que será expresada en número de especies e individuos. Se realiza 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 consideran todos los artrópodos recolectados y separadamente por fecha de recolecta en estas especies. Los



resultados son 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 determina por el índice Shannon-Weaver y la uniformidad por el método de Kato, que considera la abundancia y frecuencia de las especies recolectadas (Laroca y Mielke, 1975 citado por Lofego y Moraes, 2006). La abundancia se determina por la suma total de los individuos de cada especie. Se emplea 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 determina estableciéndose la clase de frecuencia de acuerdo con cada intervalo de confianza de la media aritmética al 5% de probabilidad (Lofego y Moraes, 2006).

Resultados

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a aquellos obtenidos de la evaluación directa de artrópodos-plaga y benéficos asociados a dos variedades de algodón, que corresponden a la primera siembra del periodo febrero-agosto de 2019. El total de la información será procesada y analizada una vez se concluya con esta investigación en marzo de 2020.

En la Tabla 14, de resultados se presentan las principales especies de artrópodos herbívoros y benéficos identificados, asociados a dos materiales de algodón establecidos en el valle del Río Portoviejo. Se reportan 21 especies de artrópodos, agrupados en 21 familias y nueve órdenes, siendo el más numeroso el orden Hemiptera, seguido de Coleoptera con siete y cuatro especies, respectivamente. Del total de especies, 14 son del grupo funcional herbívoros y siete especies del grupo funcional artrópodos benéficos. Ambas variedades de algodón coincidieron en la diversidad de especies de artrópodos.

Tabla 14. Especies identificados de grupos funcionales de artrópodos asociados a dos materiales comerciales de algodón (BRS-336 y DP-Acala 90). Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019.

No.	Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia
Artrópodos herbívoros				
1	Gusano de la hoja	<i>Alabama argillacea</i> Hubner 1818	Lepidoptera	Noctuidae
2	Picudo peruano del algodonoero	<i>Anthonomus vestitus</i> Boheman	Coleoptera	Curculionidae
3	Pulgón	<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	Hemiptera	Aphididae
4	Hormiga	<i>Atta</i> spp.	Hymenoptera	Formicidae
5	Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius, 1889	Hemiptera	Aleyrodidae
6	Minador de la hoja	<i>Bucculatrix thurberiella</i> Busck 1914	Lepidoptera	Bucculatricidae
7	Escarabajo defoliador	<i>Diabrotica</i> spp.	Coleoptera	Chrysomelidae
8	Chinche manchador de la fibra	<i>Dysdercus</i> spp.	Hemiptera	Pyrrhocoridae
9	Pulga saltona	<i>Epitrix</i> sp.	Coleoptera	Chrysomelidae
10	Trips	<i>Frankliniella</i> sp.	Thysanoptera	Thripidae
11	Chinche de encaje	<i>Gargaphia</i> sp.	Hemiptera	Tingidae

12	Gusano rosado	<i>Pectinophora gossypiella</i> Saunders 1844	Lepidoptera	Gelechiidae
13	Chicharrita	<i>Sibovia</i> spp.	Hemiptera	Cicadellidae
14	Arañita roja	<i>Tetranychus urticae</i> Koch 1836	Acari	Tetranychidae
Artrópodos benéficos				
15	León de los áfidos	<i>Chrysoperla</i> spp.	Neuroptera	Chrysopidae
16	Mariquitas	<i>Cycloneda sanguinea</i> Linnaeus 1763	Coleoptera	Coccinellidae
17	Mosca verde	<i>Condylostylus</i> sp.	Diptera	Dolichopodidae
18	Trips depredador	<i>Franklinothrips</i> spp.	Thysanoptera	Aeolothripidae
19	Chinche depredador	<i>Orius insidiosus</i> Say 1832	Hemiptera	Anthocoridae
20	Arañas	Varias especies	Araneae	Salticidae
21	Chinche asesina	<i>Zelus</i> spp.	Hemiptera	Reduviidae

Durante esta primera etapa de la investigación han sido contabilizados un total 12750 especímenes de artrópodos asociados al cultivo de algodón, siendo 84,37% de estos especímenes herbívoros, mientras el restante 15,63% pertenecen al grupo de artrópodos enemigos naturales. Cuando observamos la abundancia en función de la variedad de algodón, observamos que del total de especímenes registrados, el material introducido de Brasil BRS-336, reportó un menor número de herbívoros (4763 especímenes), no así el material local DP-Acala 90 que presentó la mayor abundancia de artrópodos herbívoros (5994 especímenes), mientras que la abundancia de especímenes enemigos naturales fue mayor en el material DP-Acala 90 con 1055 especímenes que con el material BRS-336 que registró 938 especímenes (Figura 24).

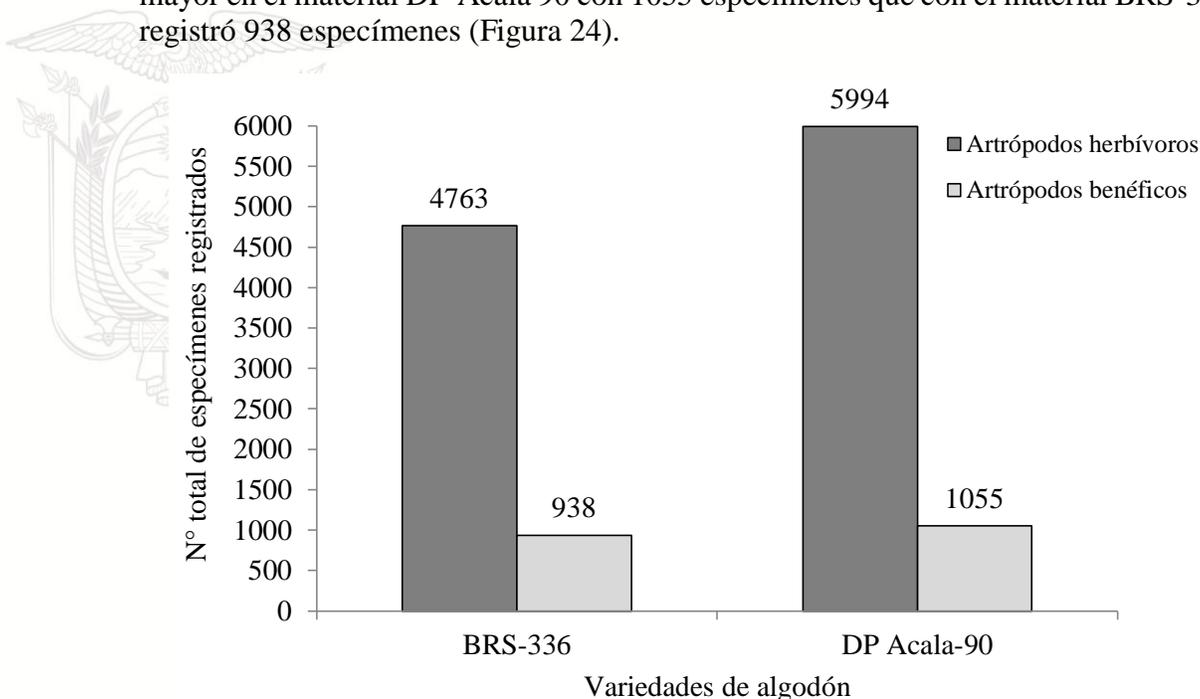


Figura 24. Distribución de la abundancia de grupos funcionales de artrópodos asociados a dos materiales comerciales de algodón (BRS-336 y DP-Acala 90). Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019.

Cuando realizamos el análisis faunístico con la información obtenida de la evaluación directa de artrópodos-plaga y benéficos asociados a dos variedades de algodón, se observa que la especie fitófaga *Frankliniella* sp. (Thysanoptera: Tripidae), fue la única especie que se presentó como grupo súper dominante (SD), súper abundante (sa) y súper frecuente (SF)



en las dos variedades de algodón, siendo en ambas especies reportada en 13 de las 14 evaluaciones (Tabla 15). En tanto que las especies herbívoras *Aphis gossypii* y *Dysdercus* spp. se presentaron como un grupo dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF). Las especies *Atta* spp., *Diabrotica* spp., *Epitrix* sp. *Gargaphia* sp., se presentaron como no dominante (ND), rara (r) y poco frecuente (PF), en las dos variedades estudiadas (Tabla 15). Con relación a los enemigos naturales, fueron las arañas de la familia Salticidae, que se presentaron como el único grupo dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en ambas variedades de algodón, reportándose en las 14 evaluaciones realizadas (Tabla 15). Le sigue la especie *Cycloneda sanguinea* que es no dominante (ND), común (c) y frecuente (MF) en las dos variedades. Finalmente fue *Condylostylus* sp. la especie que se presentó como no dominante (ND), rara (r) y poco frecuente (PF), en ambas variedades (Tabla 15).

Tabla 15. Número de individuos y reportes de grupos funcionales de artrópodos asociados a dos materiales comerciales de algodón (BRS-336 y DP-Acala 90), con sus niveles de dominancia, abundancia y frecuencia. Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019.

Morfo-especie	Especie	Variedad de algodón									
		BRS-336					DP Acala-90				
		N ¹	R ²	D ³	A ⁴	F ⁵	N ¹	R ²	D ³	A ⁴	F ⁵
Artrópodos herbívoros											
1	<i>Alabama argillacea</i>	75	8	ND	c	F	117	9	ND	c	F
2	<i>Anthonomus vestitus</i>	63	2	ND	c	F	79	3	ND	c	F
3	<i>Aphis gossypii</i>	583	14	D	ma	MF	893	14	D	ma	MF
4	<i>Atta</i> spp.	23	7	ND	r	PF	27	7	ND	r	PF
5	<i>Bemisia tabaci</i>	86	11	ND	c	F	189	12	D	c	F
6	<i>Bucculatrix thurberiella</i>	50	7	ND	d	PF	59	10	ND	d	PF
7	<i>Diabrotica</i> spp.	9	5	ND	r	PF	28	8	ND	r	PF
8	<i>Dysdercus</i> spp.	269	6	D	ma	MF	358	6	D	ma	MF
9	<i>Epitrix</i> sp.	16	4	ND	r	PF	39	8	ND	r	PF
10	<i>Frankliniella</i> sp.	2998	13	SD	sa	SF	3427	13	SD	sa	SF
11	<i>Gargaphia</i> sp.	8	2	ND	r	PF	13	3	ND	r	PF
12	<i>Pectinophora gossypiella</i>	190	3	D	c	F	283	3	D	c	F
13	<i>Sibovia</i> spp.	190	9	D	c	F	200	9	D	c	F
14	<i>Tetranychus</i> spp.	203	5	D	c	F	282	7	D	c	F
Artrópodos benéficos											
15	<i>Chrysoperla</i> spp.	29	7	ND	r	PF	50	7	ND	d	PF
16	<i>Cycloneda sanguinea</i>	115	7	ND	c	F	140	9	ND	c	F
17	<i>Condylostylus</i> sp.	18	6	ND	r	PF	27	5	ND	r	PF
18	<i>Franklinothrips</i> spp.	92	9	ND	c	F	68	7	ND	d	PF
19	<i>Orius insidiosus</i>	43	9	ND	d	PF	44	7	ND	r	PF
20	Araneae: Salticidae	603	14	D	ma	MF	694	14	D	ma	MF
21	<i>Zelus</i> spp.	38	8	ND	d	PF	32	6	ND	r	PF
Σ		5701					7049				

¹Número de especímenes; ²Reportes de ocurrencia; ³Dominancia (método 2. Sakagami y Larroca): SD = súper dominante, D = dominante, ND = no dominante; ⁴Abundancia: sa = súper abundante, ma = muy

abundante, a = abundante, c = común, d = dispersa, r = rara; ⁵**Frecuencia:** SF = súper frecuente, MF = muy frecuente, F = frecuente, PF = poco frecuente. - Especie no presente.

No obstante los índices de diversidad y uniformidad de las especies asociadas a dos variedades comerciales de algodón en la zona del valle del Río Portoviejo, son altos, se destacan en la variedad DP Acala-90 (Tabla 16), lo cual está asociado muy posiblemente a la mayor abundancia de especímenes de artrópodos herbívoros y benéficos en esta variedad.

Tabla 16. Número de morfo-especies de artrópodos, índices de Shannon-Weaver para diversidad y equidad de grupos funcionales de artrópodos asociados a dos materiales comerciales de algodón (BRS-336 y DP-Acala 90). Teodomira, Lodana-Santa Ana-Manabí 2019.

Variedad	No de morfo especies	Diversidad (H)	Varianza	Intervalos de confianza (IC)		Índice de Uniformidad (E)
				Min.	Max.	
BRS-336	21	1,8287	0,0004	1,828179	1,829172	0,6006
DP Acala-90	21	1,9251	0,0003	0,924749	0,925524	0,6323

Actividad 5.3. Evaluar la eficacia de varias alternativas MIP en el control de artrópodos-plaga en algodón en área confinada de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP

Ubicación.

El presente experimento, se lo estableció a la salida del periodo lluvioso, en fecha 24 de abril de 2019, 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.

Tratamientos en estudio.

Tratamientos	Sustancias	Dosis/ L agua
1	aceite de Neem	10 mL
2	aceite piñón	10 mL
3	aceite de higuera	10 mL
4	<i>Bacillus thuringiensis</i>	3 g
5	thiametoxam (Actara)	1 g
6	thiametoxam + lambdacyhalotrina (Engeo)	1,5 mL



7	abamectina	1,5 mL
8	Testigo (control)	Agua

Unidad experimental.

Parcelas experimentales de 24 m², donde se registraron las variables de este estudio.

Diseño experimental y análisis de datos.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos Al Azar (BDCA), con cuatro repeticiones, las medias se separaron mediante la prueba de Tukey al 0,05.

F de V	GL
Total	31
Repeticiones	3
Tratamientos	7
Error	21

Características del campo experimental.

Número de tratamientos:	8
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimentales:	32
Número de líneas/parcela:	4
Separación entre surcos:	1.0 m
Distanciamiento entre plantas:	0,2 m
Población:	50.000 pl./ha
Número de sitios/línea:	30
Separación entre parcela:	3,0 m
Separación entre repetición:	3,0 m
Área total de parcela:	24 m ² (4 m x 6 m)
Área útil de parcela:	12 m ² (2 m x 6 m)
Área total del experimento:	1728 m ² (48 m x 36 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 Software estadístico InfoStat versión 1.0 (InfoStat, 2016).

Manejo específico del experimento

Material genético de siembra: Se utilizó la la variedad comercial DP-Acala 90, obtenida del área experimental de algodón del INIAP en la campaña 2018.

Preparación del suelo: Se realizó la preparación mecanizada del terreno, mediante un pase de arado profundo, dos pases de rastra y un pase de cultivador tipo rotavator con la finalidad de obtener un suelo completamente muyido. A partir de esto se procedió a balizar según





los distanciamientos planificados a 1,0 m entre líneas).

Análisis de suelo: con base a los resultados se programó la aplicación de la fertilización en los tratamientos con tecnología INIAP.

Siembra: Previo a la siembra toda la semilla fue tratada con Vitavax (3 g/kg de semilla), además de thiodicarb + imidacloprid (Semepriid) en dosis de 25mL/kg de semilla. La siembra se realizó manualmente, requiriéndose aproximadamente 10 kg de semilla/ha. Se depositaron 3 semillas por sitio y 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, con lo cual se obtuvo la población deseada de 50.000 pl/ha en todo el experimento (1 mx 0,2 m).

Control de malezas: Para el control de malezas, inmediatamente después de la siembra se realizó la aplicación del herbicida de contacto no selectivo (paraquat 10 mL/L agua) más el pre-emergente Herbilid (pendimentalina 10mL/L agua). Posteriormente, 24 dds se aplicó graminicida en post-emergencia (Verdict 1.5 mL/L agua) + dos deshierbas manuales a los 44 y 70 dds.

Riegos: se utilizó un sistema de riego por goteo, realizando riegos programados con una frecuencia semanal, considerándose necesario tres horas diarias, hasta aproximadamente 120 dds.

Fertilización: se aplicó Urea (45 kg/ha) a los 21 dds y Yaramilla (157.5 kg), a los 40 dds.

Regulador de crecimiento: se aplicó el regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat, a los 40 dds (0,5 mL/L agua), 60 dds (1,5 mL/L agua) y 70 dds (2mL/L agua), a todos los tratamientos del 1 al 7, a excepción del testigo control que solo se le aplicó agua.

Control fitosanitario: fue necesario realizar dos aplicaciones del fungicida benomil (3g/L agua) y Rovral 50 (Iprodione) (3g/L agua) a los 8 y 21 dds.

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. La cosecha se realizó en dos pases hasta los 210 dds.

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, con la finalidad de destruir los sitios de cría o sobrevivencias de las plagas típicas del algodónero, entre ellas la polilla.

Aplicación de tratamientos

La aplicación de tratamientos se realizó en función del monitoreo semanal de las plagas seleccionadas, efectuándose inicialmente entre el periodo 22 de mayo y 04 de julio de 2019, siete aplicaciones semanales (28, 35, 44, 51, 59, 65 y 74 dds), mientras que a partir de esta fecha tres aplicaciones quincenales adicionales hasta el 23 de agosto de 2019 (90, 112 y 126 dds). En total se realizaron 10 aplicaciones de tratamientos. Durante las primeras





cuatro aplicaciones (51 dds), se utilizó una bomba de espalda marca CP3 de 20 litros de capacidad y boquilla de cono y en adelante se utilizó una neblinadora a motor marca Solo™ de 16 litros de capacidad. Se utilizaron bombas aplicadoras exclusivas para cada tratamiento para evitar contaminación entre los tratamientos. En cada fecha se aplicó agua en el tratamiento testigo (control).

Métodos de evaluación

Se realizaron evaluaciones semanales y quincenales de las variables de incidencia de problemas fitosanitarios, así como los datos agronómicos y rendimiento, de acuerdo con la siguiente metodología:

a. Porcentaje de germinación: a los 6 dds se registró el número de plantas emergidas en cada parcela, con lo cual se calculó el porcentaje de germinación del experimento.

b. Incidencia de gusanos trozadores: a los 8 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*, determinándose con esta información el porcentaje de daño de estas plagas en el experimento de algodón.

c. Incidencia de artrópodos plagas y benéficos

Método del muestreo absoluto por planta: fueron elegidas aleatoriamente y etiquetadas en cada parcela útil, cinco plantas, a las cuales se les realizó el seguimiento de los artrópodos-plaga seleccionados. Paralelamente se registró la fauna auxiliar en cada tratamiento. En cada fecha se contabilizaron los estados móviles de los insectos presentes. Las evaluaciones comenzaron a partir de los 27 dds y continuarán con una frecuencia semanal y posteriormente quincenal hasta los 136 dds, realizándose 15 evaluaciones de artrópodos presentes en cada tratamiento. En cada fecha se registró la presencia de las siguientes plagas: *Frankliniella* spp., *Bemisia tabaci*, *Aphis gossypii*, *Tetranychus* spp., *Bucculatrix thurberiella*, *Alabama argillacea*, *Pectinophora gossypiella*, *Anthonomus vestitus* y *Dysdercus* sp., además de sus principales enemigos naturales: Arañas; *Condylostylus* spp.; *Orius* spp., *Franklinothrips vespiformis*, *Cheilomenes* sp., *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*, *Zelus* sp. y *Chrysopa* spp.

b. Datos agronómicos

Altura de planta: esta información se registró previo a la aplicación de regulador de crecimiento (40, 58 y 69 dds), además de una última evaluación al final de cultivo, previo a la cosecha (204 dds). Se utilizaron las 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 bellotas por planta: a los 90 dds se realizó una única evaluación de la primera emisión de bellotas/planta, contabilizándose el número de bellotas presentes en las cinco plantas seleccionadas aleatoriamente en cada parcela.



Peso en kg/parcela y kg/ha: Una vez concluidas las cosechas se acumuló la producción y se determinó en peso de algodón en rama en kg/parcela, que luego se transformó en rendimiento en kg/ha.

Resultados

a. Porcentaje de germinación

En la Tabla 17, se presentan los resultados del porcentaje de germinación a los 6 dds del material de algodón utilizado DP-Acala 90, en cada tratamiento, no observándose diferencias estadísticas significativas en la germinación que varió entre 52 y 60%, con una media general en el experimento de 55,5% de germinación.

b. Incidencia de gusanos trozadores

Al analizar los resultados del porcentaje de plantas trozadas por acción de insectos de los géneros *Agrotis* y *Spodoptera* a los 8 dds, entre los tratamientos, se puede observar que no obstante, se evidenciaron diferencias estadísticas significativas, el daño de estas plagas, fue extremadamente bajo, variando en un rango de 1,25 a un máximo de 3% de plantas trozadas, siendo la media apenas 2,25% (Tabla 17), lo cual se explica debido a que en definitiva toda la semilla fue tratada por igual con thiodicarb + imidacloprid (Semepriid) en dosis de 25mL/kg de semilla, confirmando la acción protectora de esta práctica contra los insectos trozadores.

Tabla 17. Valores promedios del porcentaje de germinación (6 dds) y porcentaje de plantas trozadas (8 dds) registrados en el estudio de sustancias de distinta naturaleza aplicadas para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Tratamiento	Germinación (%)	Plantas trozadas (%)
Aceite Neem	60	3 a
Aceite piñón	57	2 ab
Aceite higuera	52	3 a
<i>Bacillus thuringiensis</i>	56	1,75 ab
thiametoxam (Actara)	54	3 a
thiametoxam + lambdacyhalotrina (Engeo)	54	2 ab
abamectina	54	2 ab
Testigo (control)	57	1,25 b
Promedio	55.5	2,25
<i>P</i>	<i>ns</i>	0,0151*
CV	9,05	32,53

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
dds = días después de la siembra

c. Incidencia de artrópodos plagas y benéficos

Muestreo absoluto por planta



En el desarrollo de este experimento fue contabilizada durante los días 27, 34, 43, 50, 58, 64, 73, 80, 95, 111, 119, 123, 130 y 136 dds, la población artrópodos-plaga de diversos hábitos alimenticios en el algodón, entre ellos los de hábito raspador-chupador como el trips *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae), que afecta preferentemente las hojas del algodón; insectos succionadores de savia como la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) y el pulgón *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), consumidores de exudados celulares como el ácaro rojo *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae), minador de la hoja del algodón *Bucculatrix thurberiella* (Lepidoptera: Lyonetiidae), insectos de hábito defoliador como el gusano defoliador del algodón *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae), varios insectos que se alimentan de estructuras florales como el gusano rosado del algodón *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae), picudo del algodón *Anthonomus vestitus* (Coleoptera: Curculionidae) y chinche manchador de la fibra *Dysdercus* sp. (Hemiptera: Pyrrhocoridae). Cada una de estos artrópodos-plagas parece tener una cierta preferencia por su ocurrencia a través de las diferentes fases del desarrollo del algodón.

En la Figura 25, se observa la distribución poblacional de los nueve principales artrópodos-plaga, evaluados en las parcelas testigo esta investigación, sin ninguna interferencia de plaguicidas a lo largo de los primeros 136 días de desarrollo del cultivo de algodón. Se determinó que el trips *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae), se presenta con mayor incidencia hasta aproximadamente los primeros 60 días de edad del cultivo, comprometiendo las fases vegetativas y de floración del algodón, afectando principalmente el envés de las hojas en el tercio superior de la planta, pudiendose encontrar incluso en las flores del algodón. A partir de este periodo sus poblaciones se mantienen estables de manera natural hacia el final del cultivo. En el caso de insectos succionadores de savia como la mosca blanca *B. tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) se presenta mayormente desde el inicio del cultivo, pudiendo disminuir naturalmente a partir de los 80 dds, contrariamente al pulgón *A. gossypii* (Hemiptera: Aphididae), que no obstante presentarse desde las etapas iniciales, sus poblaciones se incrementan significativamente a partir de los 80 dds, manteniéndose altas hasta aproximadamente los 130 dds. El ácaro rojo *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) alimentándose de exudados celulares de las hojas del algodón y el minador de la hoja del algodón *B. thurberiella* (Lepidoptera: Lyonetiidae), coinciden con los pulgones en la mayor incidencia durante el periodo 80 a 130 dds. Insectos defoliadores como *A. argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae), se pueden presentar durante gran parte del desarrollo del algodón, sin embargo se observó en este estudio que incrementa sus poblaciones a partir de los 70 dds, permaneciendo así hasta más allá de los 136 dds. Finalmente cuando evaluamos la incidencia de aquellos insectos que se alimentan de estructuras florales como el gusano rosado del algodón *P. gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae), picudo del algodón *A. vestitus* (Coleoptera: Curculionidae) y chinche manchador de la fibra *Dysdercus* sp. (Hemiptera: Pyrrhocoridae), se observó que las tres especies coinciden en su aparición a partir de los 58 dds, a partir de este periodo *A. vestitus* se incrementa notablemente, manteniéndose en el cultivo hasta después de los 136 dds, alimentándose de las flores, que termina destruyendo y posteriormente de bellotas a las cuales perfora en su proceso de alimentación. Mientras que *Dysdercus* spp. que inicialmente se mantiene incluso por debajo de *A. vestitus*, termina incrementando sustancialmente su población por encima de *A. vestitus* incluso más allá de los 136 dds,





donde permanece alimentándose de la fibra del algodón, ocasionando un gran perjuicio a su producción.

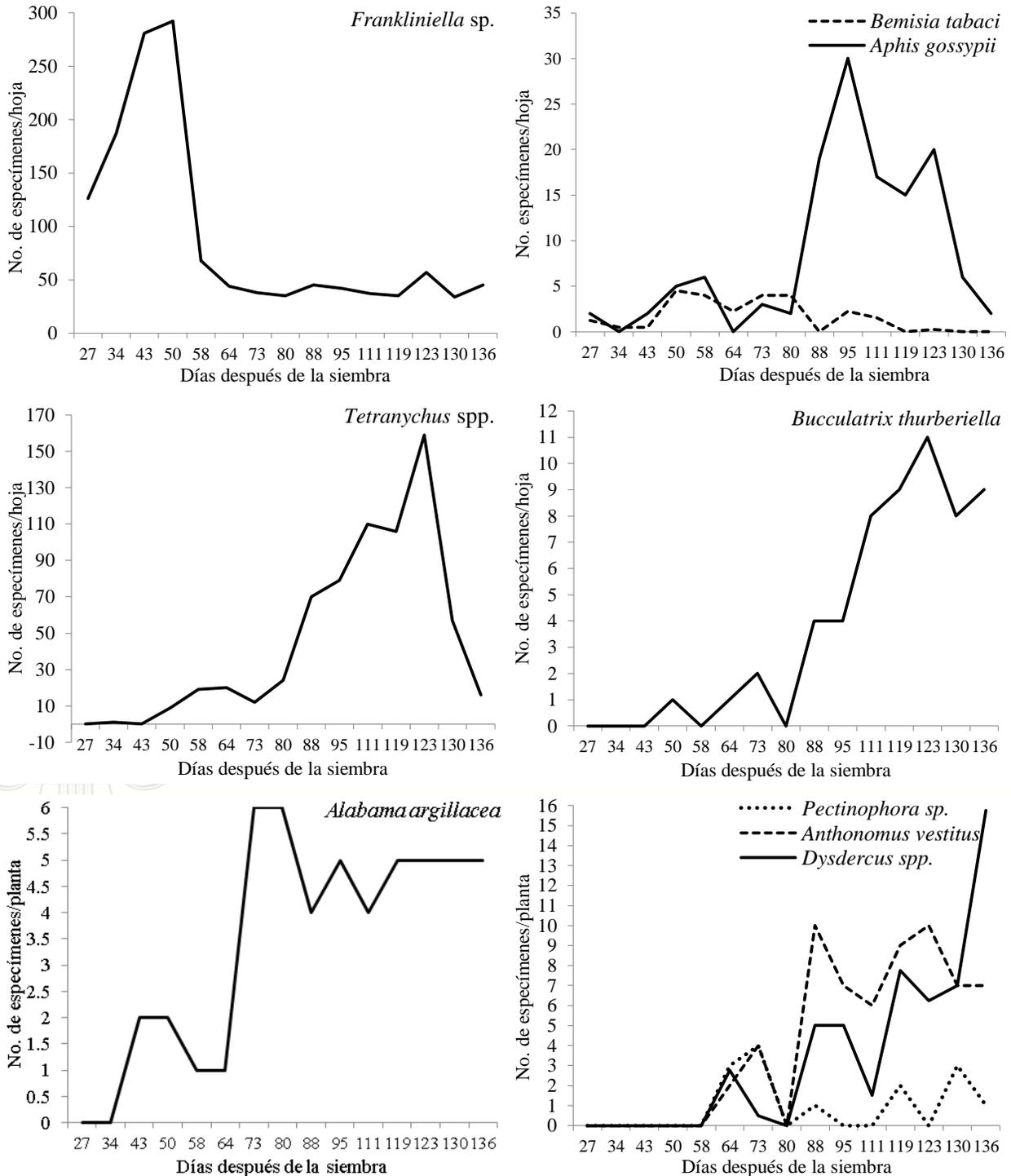


Figura 25. Periodo de mayor incidencia de los principales artrópodos-plaga presentes en el cultivo de algodón, evaluado en el estudio de sustancias de distinta naturaleza aplicadas para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Cuando se analizó el efecto de los diferentes tratamientos (sustancias) aplicadas para el control de los principales artrópodos-plaga del algodón antes descritos, se observó que fue con el trips *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Tripidae) y el ácaro rojo *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae), donde se encontró un mejor efecto tratamiento. En la Tabla 18 de resultados, se presentan los valores promedios de las poblaciones de *Frankliniella* spp. registradas en los tratamientos en estudio entre los 27 y 136 dds, presentándose diferencias estadísticas significativas entre ocho de las 15 fechas de evaluación de los tratamientos (34, 50, 58, 88, 95, 123, 130 y 136 dds). Destaca el tratamiento químico thiametoxam, quien se diferenció del testigo (control) en las fechas 34, 50, 95, 123, 130 y 136 dds, al presentar las menores poblaciones de esta plaga (Tabla 18), seguido del tratamiento abamectina que se destacó significativamente en las fechas 58, 88, 95 y 136 dds, presentando menores poblaciones que el testigo (Tabla 18). Resulta interesante destacar que las aplicaciones del biológico *Bacillus thuringiensis* también mantuvieron significativamente bajas las poblaciones de trips en cuatro de las 15 fechas evaluadas (58, 88, 95 y 136 dds). Dentro de los insecticidas botánicos, fue el aceite formulado de piñón quien destacó significativamente en tres fechas de aplicación (88, 96 y 136 dds). Finalmente se puede mencionar que el tratamiento testigo (control), se mantuvo mayoritariamente con los mayores promedio de poblaciones de *Frankliniella* spp., que ratifican el efecto de los tratamientos en estudio (Tabla 18).

En la Tabla 19, se aprecian los resultados de las poblaciones del ácaro rojo *Tetranychus* spp., determinándose diferencias estadísticas significativas en nueve de las 15 fechas de evaluación de los tratamientos (58, 64, 88, 95, 111, 119, 123, 130 y 136 dds). De manera general se observa que todos los tratamientos tuvieron un efecto de control de las poblaciones de este ácaro-plaga, sin embargo, el tratamiento convencional con abamectina fue el que destacó significativamente en al menos ocho fechas de aplicación (58, 64, 88, 95, 111, 119, 123 y 136 dds (Tabla 19). Nuevamente, el tratamiento con aceite formulado de piñón, presentó un aceptable efecto control, destacándose en siete fechas de aplicación (58, 64, 88, 95, 111, 119 y 136 dds), al presentar poblaciones significativamente menores (Tabla 19). Por su parte el tratamiento thiametoxam (Actara) al igual que el testigo (control), presentaron las poblaciones más altas durante el desarrollo del cultivo, demostrándose que esta sustancia convencional, no tiene ningún efecto sobre las poblaciones de *Tetranychus* spp.

Alabama argillacea fue otra especie-plaga donde se pudo observar el efecto control de los tratamientos aplicados en este estudio. En la Tabla 20, se presentan los resultados promedios de las poblaciones de larvas de *A. argillacea*, alcanzándose diferencias estadísticas significativas en seis de las 15 fechas de evaluación (80, 88, 95, 123, 130 y 136 dds). Destaca significativamente por sus menores poblaciones, aquellas parcelas donde se aplicó el tratamiento abamectina en las fechas 80, 88, 123, 130 y 136 dds. Mientras que el testigo control presentó frecuentemente y de manera significativa el mayor promedio de larvas/hoja (Tabla 20).



Tabla 18. Población promedio de *Frankliniella* sp. registrada entre los tratamientos de distinta naturaleza aplicados para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Sustancias	Días después de la siembra (dds)														
	27	34	43	50	58	64	73	80	88	95	111	119	123	130	136
Aceite Neem	161	335 a	243	127 ab	51 ab	26	27	20	19 ab	22 b	14	8	28 b	10 ab	14 b
Aceite piñón	112	189 bc	221	197 ab	56 ab	43	33	22	14 b	19 b	18	11	16 bc	25 ab	17 b
Aceite higuerilla	108	221 b	275	193 ab	58 ab	56	34	5	16 b	27 ab	23	14	15 bc	21 ab	17 b
<i>Bacillus thuringiensis</i>	94	255 ab	239	159 ab	34 b	18	17	10	17 b	21 b	17	18	19 bc	20 ab	13 b
thiametoxam (Actara)	134	29 d	166	47 b	66 ab	26	12	6	18 ab	8 b	21	15	3 c	0 b	8 b
thiametoxam + lambdacyhalotrina (Engeo)	139	189 bc	301	146 ab	87 a	23	19	9	25 ab	18 b	36	26	4 bc	11 ab	17 b
abamectina	174	102 cd	83	20 b	29 b	45	34	17	15 b	14 b	18	20	9 bc	9 ab	7 b
Testigo (control)	126	187 bc	281	292 a	68 ab	44	38	35	45 a	42 a	37	35	57 a	34 a	45 a
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>0,0001</i>	<i>ns</i>	<i>0,0169</i>	<i>0,0193</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0,0183</i>	<i>0,0009</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,0234</i>	<i>0,0007</i>
CV	29,56	23,94	42,81	65,05	37,14	53,73	53,68	94,79	53,6	39,52	52,32	85,71	55,08	77,33	56,69

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

Tabla 19. Población promedio de *Tetranychus* spp.. registrada entre los tratamientos de distinta naturaleza aplicados para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Sustancias	Días después de la siembra														
	27	34	43	50	58	64	73	80	88	95	111	119	123	130	136
Aceite Neem	0	0	0	0	4b	2 a	3	21	26 b	38 b	55 b	60 b	53 ab	6 a	0 b
Aceite piñón	0	0	0	0	3b	0 b	1	1	15 b	37 b	66 b	73 b	50 ab	3 a	1 b
Aceite higuerilla	0	0	0	0	0b	16 a	1	6	14 b	7 b	50 b	71 b	69 ab	6 a	4 b
<i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0	0	0b	0 b	1	8	29 b	18 b	61b	72 b	58 ab	12 a	1 b
thiametoxam (Actara)	0	0	0	0	0b	0 b	3	31	196 a	206 a	338 a	303 a	219 a	39 a	37 a
thiametoxam + lambdacyhalotrina (Engeo)	0	0	0	5	3b	0 b	0	0	16 b	6 b	84 b	138 ab	89 ab	35 a	7 b
abamectina	0	0	0	0	0b	0b	0	2	17 b	9 b	13 b	16 b	29 b	4 a	1 b
Testigo (control)	0	1	0	9	19a	20 a	12	24	70 b	79 b	110 ab	106 ab	159 ab	57 a	16 ab
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0,0049</i>	<i>0,0062</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i><0,0001</i>	<i>0,0002</i>	<i>0,0088</i>	<i>0,0053</i>	<i>0,0243</i>	<i>0,0213</i>	<i>0,0052</i>
Sd	565,69	sd	315,07	177,89	176,72	243,73	158,31	85,69	101,51	108,05	81,93	83,29	117,94	153,78	

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



Tabla 20. Población promedio de *Alabama argillacea* registrada entre los tratamientos de distinta naturaleza aplicados para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Sustancias	Días después de la siembra														
	27	34	43	50	58	64	73	80	88	95	111	119	123	130	136
Aceite Neem	0	0	1	0	0	0	0	1 b	4 ab	2 ab	3	2	2 ab	1 ab	2 bc
Aceite piñón	0	1	0	0	0	1	1	0 b	3 ab	1 ab	2	2	4 ab	2 ab	3 abc
Aceite higuerilla	0	0	0	0	0	0	4	0 b	4 ab	3 ab	2	2	4 ab	2 ab	3 ab
<i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	1	2	0	0	0	0 b	3 ab	0 b	1	2	1 ab	2 ab	2 abc
thiametoxam (Actara)	0	0	1	0	1	1	1	0 b	3 ab	3 ab	2	3	2 ab	1 b	2 bc
thiametoxam + lambdacyhalotrina (Engeo)	0	0	0	0	0	1	1	0 b	5 a	3 ab	4	4	4 ab	2 ab	2 bc
abamectina	0	0	0	0	0	0	0	0 b	1 b	2 ab	3	3	1 b	0 b	0 c
Testigo (control)	0	0	2	2	1	1	6	6a	4 ab	5 a	4	5	5a	5a	5 a
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>ns</i>	0,0012	0,0707	0,0154	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,0262	0,0316	0,0018
CV	sd	302,37	151,97	263,34	266,86	213,81	283,29	202,67	49,00	62,99	100,44	68,81	66,26	93,94	58,49

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



Al analizar los resultados del efecto de los tratamientos sobre las especies-plaga *Pectinophora gossypiella*., *Anthonomus vestitus* y *Dysdercus* spp asociados a estructuras reproductivas del algodón en las 15 fechas de evaluación, el análisis estadístico, sólo determinó diferencias estadísticas significativas en la fecha correspondiente a los 73 dds para la especie *P. gossypiella*, destacándose los tratamientos thiametoxam (Actara) y Aceite de higuierilla, al presentar valores cero de esta plaga, muy diferentes significativamente al testigo control que presentó el mayor promedio de especímenes (Tabla 21). Para *A. vestitus* se determinaron diferencias significativas en las fechas de evaluación de los 73, 123 y 136 dds, destacándose en las tres fechas el tratamiento abamectina, al presentar el menor promedio de población de esta plaga, seguido de thiametoxam (Actara), que se destacó a los 123 y 136 dds, diferenciándose significativamente ambos tratamientos del testigo que presentó siempre los mayores valores promedio (Tabla 21). Finalmente para *Dysdercus* spp. únicamente se encontró diferencias a los 111 dds, donde todos los tratamientos a excepción de la abamectina, presentaron los menores promedios, pudiéndose destacar al Aceite de Neem y thiametoxam (Actara) (Tabla 21). De manera general se observa que thiametoxam (Actara) y abamectina, fueron los tratamientos más eficientes para el control de las poblaciones de estas tres plagas en el algodón.

Tabla 21. Población promedio de *Pectinophora gossypiella*., *Anthonomus vestitus* y *Dysdercus* spp. especies de artrópodos-plaga de estructuras reproductivas del algodón, mostrando diferencias estadísticas significativas a los 73, 123, 136 y 111 dds, registrada entre los tratamientos de distinta naturaleza aplicados para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Sustancias	Población promedio/planta de algodón				
	<i>Pectinophora gossypiella</i>	<i>Anthonomus vestitus</i>		<i>Dysdercus</i> spp.	
	73 dds	73 dds	123 dds	136 dds	111 dds
Aceite de Neem	2 ab	2 ab	4 ab	2 ab	0,00 b
Aceite piñón	2 ab	1 ab	4 ab	3 ab	2,50 b
Aceite de higuierilla	0 b	1 ab	5 ab	4 ab	4,75 b
<i>Bacillus thuringiensis</i>	2 ab	2 ab	7 ab	3 ab	3,75 b
thiametoxam (Actara)	0 b	1 ab	3 b	2 b	1,00 b
thiametoxam + lambdacyhalotrina (Engeo)	2 ab	3 ab	6 ab	3 ab	2,00 b
abamectina	1 ab	0 b	3 b	2 b	12,50 a
Testigo (control)	4 a	4 a	10 a	7 a	1,50 b
<i>P</i>	0,0166*	0,051*	0,0161*	0,0517*	0,0001*
CV	91,68	90,57	52,01	71,73	76,93

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
 dds = días después de la siembra

Con relación a las especies de habito chupador *B. tabaci* y *A. gossypii*, el análisis de varianza sólo determinó diferencias estadísticas significativas para las poblaciones de las fechas 34 y 95 dds, respectivamente (Tabla 22). Para *B. tabaci* fueron los tratamientos thiametoxam + lambdacyhalotrina (Engeo) y Aceite de Neem, aquellos que se destacaron significativamente de los demás, presentando el testigo control el mayor valor promedio de esta plaga (Tabla 22). Mientras que para *A. gossypii* fue thiametoxam (Actara), que registró el mejor control de las poblaciones de esta plaga, diferenciándose del testigo control que presentó significativamente una mayor población en la fecha 95 dds (Tabla 22).

Tabla 22. Población promedio de *Bemisia tabaci* y *Aphis gossypii* especies de artrópodos-plaga de habito chupador, mostrando diferencias estadísticas significativas a los 34 y 95 dds, registrada entre los tratamientos de distinta naturaleza aplicados para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Sustancias	Población promedio/hoja de algodón	
	<i>Bemisia tabaci</i>	<i>Aphis gossypii</i>
	34 dds	95 dds
Aceite de Neem	0,25 b	12 ab
Aceite piñón	1,00 ab	15 ab
Aceite de higuerrilla	0,75 ab	17 ab
<i>Bacillus thuringiensis</i>	0,50 ab	15 ab
thiametoxam (Actara)	0,75 ab	1 b
thiametoxam + lambdacyhalotrina (Engeo)	0,25 b	10 ab
abamectina	2,50 a	8 ab
Testigo (control)	0,50 ab	30 a
<i>P</i>	0,0469*	0,0269*
<i>CV</i>	112,75	72,69

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
 dds = días después de la siembra

Cuando se analizó el efecto de los tratamientos sobre la especie minador de la hoja del algodón *B. thurberiella*, el análisis de varianza no estableció diferencias estadísticas significativas en ninguna de las 15 fechas de evaluación, presentándose sus poblaciones con valores promedios relativamente bajos.

Ocurrencia de enemigos naturales

En esta investigación fueron identificados y evaluados siete grupos de enemigos naturales de los principales artrópodos-plaga asociados al algodón en el Valle del Río Portoviejo. Estos son, un grupo variado de arañas depredadoras, thrips *Franklinothrips vespiformis* (Thysanoptera: Aeolothripidae), mariquitas *Cheilomenes* sp., *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), chinche *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae), *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae), *Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) y la mosca verde *Condylostylus* sp. (Diptera: Dolichopodidae).

Cuando revisamos los resultados de las poblaciones de las seis especies de artrópodos benéficos de mayor ocurrencia (Figura 26), determinados en la parcela testigo, sin interferencia de plaguicidas, en función de la edad del cultivo de algodón., podemos observar que no obstante estos reguladores biológicos se presentan durante todas las fases del cultivo, hay una tendencia del grupo de las arañas; trips *F. vespiformis*; las mariquitas *Cheilomenes* sp., *C. sanguinea*, *H. convergens* y el chinche depredador *Zelus* sp. a incrementar sus poblaciones a partir de aproximadamente los 80 dds (Figura 26), Es posible que este incremento poblacional de la mayoría de los artrópodos benéficos evaluados en este estudio, esté asociado a la mayor presencia de artrópodos-plaga durante las fases avanzadas del algodón, como se determinó en esta investigación, asegurando así el recurso alimentar de estos depredadores. Mientras que las poblaciones de *Chrysoperla* sp. y el chinche *Orius* spp. ocurren intermitentemente a lo largo del cultivo (Figura 26). La presencia de la mosca verde *Condylostylus* sp., fue prácticamente inexistente en este estudio.

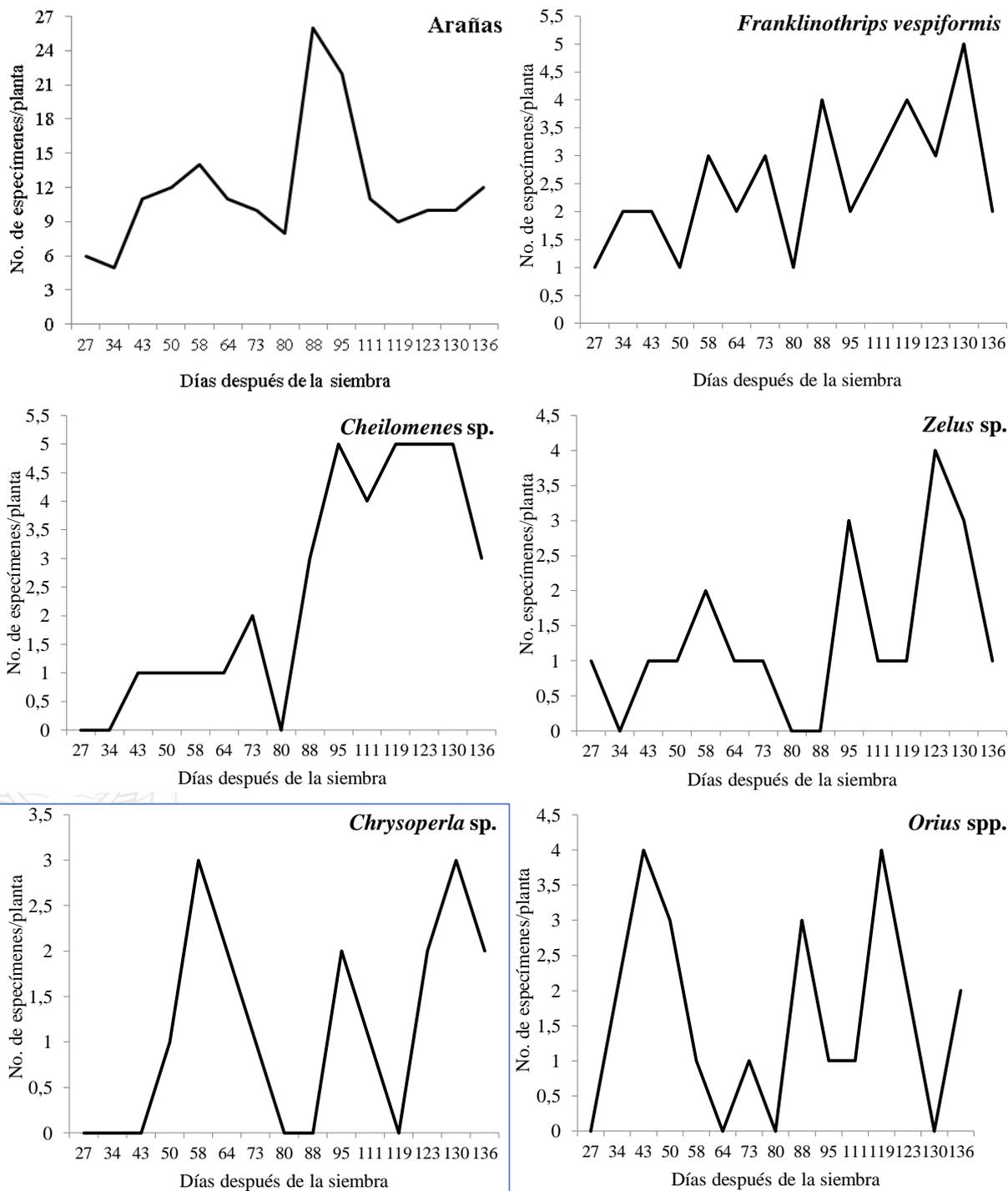


Figura 26. Periodo de mayor ocurrencia de seis de los más frecuentes artrópodos-benéficos presentes en el cultivo de algodón, evaluado en el estudio de sustancias de distinta naturaleza aplicadas para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Al analizar el posible efecto dañino sobre las poblaciones de artrópodos benéficos por acción de los tratamientos (sustancias) aplicadas para el control de los principales artrópodos-plaga del algodón, se observó que el análisis de varianza, apenas determinó diferencias estadísticas significativas en las poblaciones de arañas depredadoras a los 58 y 80 dds; en la especie *F.*

vespiformis (50 dds), *Zelus* sp. (95 dds) y *Chrysoperla* sp. a los 130 dds (Tabla 23). Se estableció que los plaguicidas convencionales thiametoxam (Actara) y abamectina, fueron los que en las fechas citadas anteriormente, interfirieron significativamente sobre las poblaciones de estos artrópodos benéficos, reduciendo las poblaciones existentes, diferenciándose estadísticamente el testigo, que presentó siempre las mayores poblaciones de estos organismos (Tabla 23).

Tabla 23. Población promedio de los artrópodos-benéficos Arañas, *Franklinothrips vespiformis*, *Zelus* sp. y *Chrysoperla* sp. asociados a algodón donde se estableció diferencias estadísticas significativas a los 50, 58, 80, 95 y 130 dds, registrada entre los tratamientos de distinta naturaleza aplicados para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Sustancias	Población promedio/planta de algodón				
	Arañas		<i>Franklinothrips vespiformis</i>	<i>Zelus</i> sp.	<i>Chrysoperla</i> sp.
	58 dds	80 dds	50 dds	95 dds	130 dds
Aceite de Neem	12 ab	4 ab	3a	1 b	1 bc
Aceite piñón	10 ab	1 b	1ab	1 b	1 abc
Aceite de higuera	11 ab	5 ab	3ab	1 b	1 abc
<i>Bacillus thuringiensis</i>	9 ab	5 ab	1ab	1 b	0 c
thiametoxam (Actara)	8 ab	4 ab	0b	0 b	0 c
thiametoxam + lambdacyhalotrina (Engeo)	7 ab	3 ab	2ab	1 b	2 abc
abamectina	4 b	3 ab	0b	1 b	3 ab
Testigo (control)	14 a	8 a	1ab	3 a	3 a
<i>P</i>	0,0825	0,0645	0,013*	<0,0001*	0,004*
CV	43,01	65,1	98,79	53,37	84,63

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

dds = días después de la siembra

d. Datos agronómicos

Altura de planta (m)

En la Tabla 24, se presentan los valores promedios de la altura de planta (m), registrados 24 horas antes de la aplicación de regulador de crecimiento (Cloruro de Mepiquat), efectuada a los 41, 59 y 70 dds, además de una última evaluación realizada al término del cultivo (204 dds). El análisis de varianza determinó diferencias estadísticas entre los tratamientos. El testigo control que no recibió aplicación de regulador de crecimiento, se diferencia significativamente de los restantes siete tratamientos, que si recibieron la aplicación del regulador, presentando siempre una mayor altura de planta (Tabla 24). En la Figura 27, se presenta una comparación de la altura promedio de planta (m) de la parcela testigo control (sin regulador), versus la altura promedio de las plantas (m) en los otros siete tratamientos que recibieron aplicación de regulador de crecimiento, pudiéndose observar, que las plantas con aplicación de Cloruro de Mepiquat en las tres fechas señaladas, siempre conservaron una menor altura, llegando al termino del cultivo a una altura de planta de 1,32 m, diferente a los 2,62 m de altura, que alcanzaron en promedio las plantas que no fueron tratadas con regulador de crecimiento (Figura 27).

Tabla 24. Valores promedios de altura de planta (m) a los 40, 58, 69 y 204 dds, registrados con y sin regulador de crecimiento (Cloruro de Mepiquat) en el estudio de sustancias de

distinta naturaleza aplicadas para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Sustancias	Altura de planta (m) en días después de la siembra (dds)			
	40	58	69	204
Aceite Neem	0,57	0,67 b	0,76 bc	1,36 b
Aceite piñón	0,55	0,64 b	0,71 c	1,29 b
Aceite higuerilla	0,52	0,61 b	0,69 c	1,24 b
<i>Bacillus thuringiensis</i>	0,58	0,66 b	0,74 bc	1,41 b
thiametoxam (Actara)	0,55	0,70 b	0,82 bc	1,24 b
thiametoxam + lambdacyhalotrina (Engeo)	0,59	0,69b	0,77 bc	1,26 b
abamectina	0,6	0,75 ab	0,89 b	1,43 b
Testigo (control)	0,58	0,87 a	1,15 a	2,62 a
<i>P</i>	<i>ns</i>	0,001*	<0,0001*	<0,0001*
CV	7,61	9,98	7,72	9,78

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

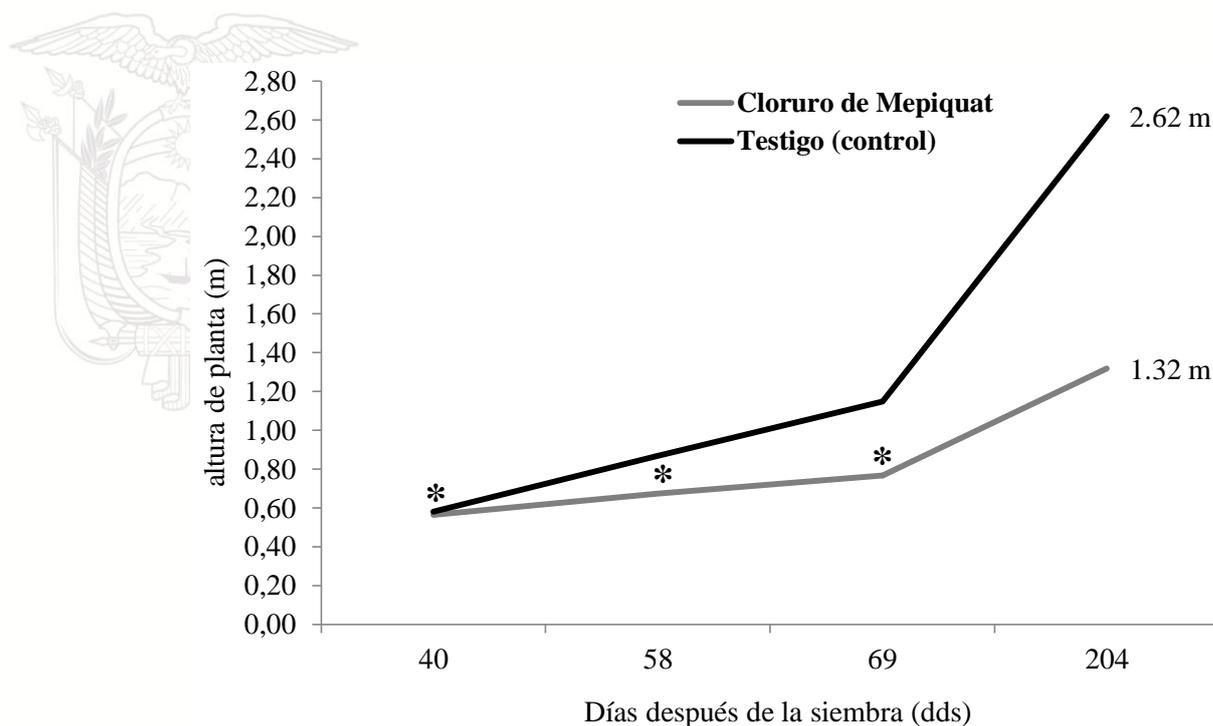


Figura 27. Efecto de la aplicación regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat a los 40*, 60* y 70* dds en el estudio de sustancias de distinta naturaleza aplicadas para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Número de bellotas por planta

El análisis estadístico determinó una respuesta significativa, en el número promedio de bellotas/planta por efecto de los tratamientos (sustancias) de distinta naturaleza aplicadas para el control de los principales artrópodos-plaga de algodón, en el valle del Río Portoviejo. El tratamiento con abamectina se diferenció significativamente del resto, al presentar el

mayor número de bellotas (22) registradas apenas a los 90 dds (Figura 28), seguido estadísticamente del tratamiento con thiametoxam que a los 90 dds, presentaba 18 bellotas/planta (Figura 28).

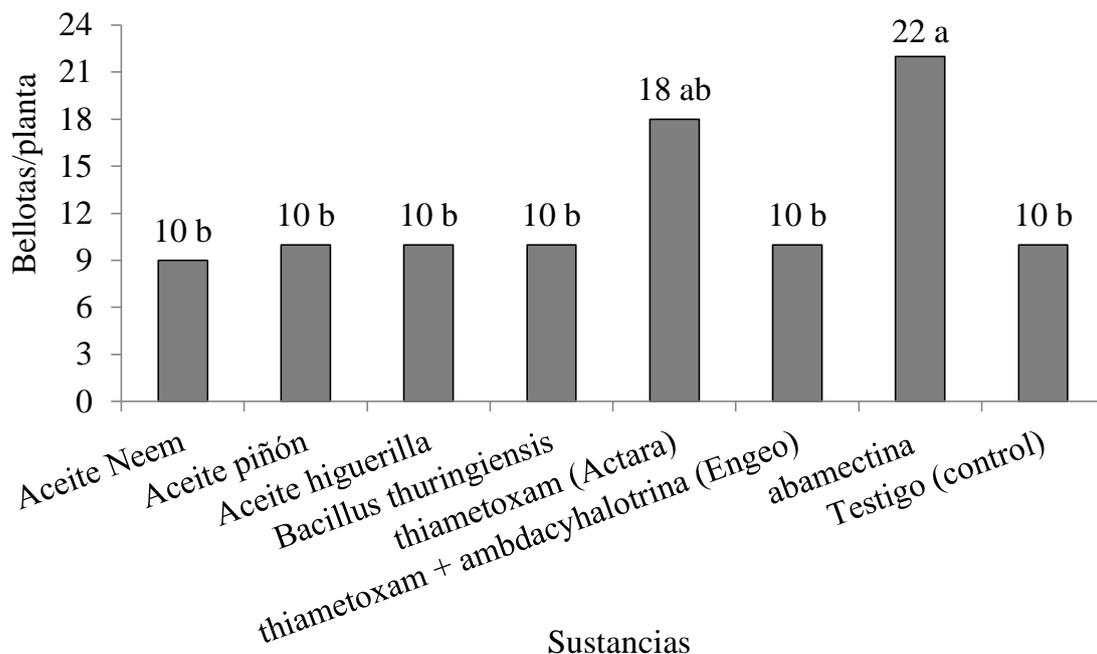


Figura 28. Valores promedio del número de bellotas/planta registrados a los 90 dds en el estudio de sustancias de distinta naturaleza aplicadas para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Peso de algodón en rama en kg/parcela y rendimiento en kg/ha

Al analizar los valores promedios del peso de algodón en rama (kg/parcela) entre los tratamientos en estudio, el ADEVA estableció diferencias estadísticas significativas. Se destacó el tratamiento químico convencional thiametoxam (Actara), al presentar el más alto valor promedio de algodón en rama (kg/parcela), separado significativamente del resto de tratamientos (Tabla 25). Las alternativas botánicas y biológicas, no se diferenciaron del testigo. Cuando se transformó y analizó el rendimiento de algodón en rama (kg/ha) entre los tratamientos en estudio, se confirmó el resultado antes descrito, donde el tratamiento químico convencional thiametoxam (Actara), presentó el mayor rendimiento promedio con 4316 kg/ha de algodón en rama (95,9 qq/ha), seguido en otro rango estadístico por el tratamiento abamectina que alcanzó 2587 kg/ha de algodón en rama (57,5 qq/ha) (Figura 29), muy distante del resto de tratamientos que no superaron los 919 kg/ha de algodón en rama (20,4 qq/ha), que presentó el testigo control (Figura 29).

Tabla 25. Valores promedios del peso de algodón en rama (kg/parcela) en el estudio de sustancias de distinta naturaleza aplicadas para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Sustancias	Peso de algodón en rama (kg/parcela)
------------	--------------------------------------



Aceite Neem	1,79 c
Aceite piñón	2,11 c
Aceite higuerilla	1,97 c
<i>Bacillus thuringiensis</i>	1,65 c
thiametoxam (Actara)	10,36 a
thiametoxam + lambdacyhalotrina (Engeo)	1,75 c
abamectina	6,21 b
Testigo (control)	2,2 c
<i>P</i>	<0,0001*
<i>CV</i>	30,98

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

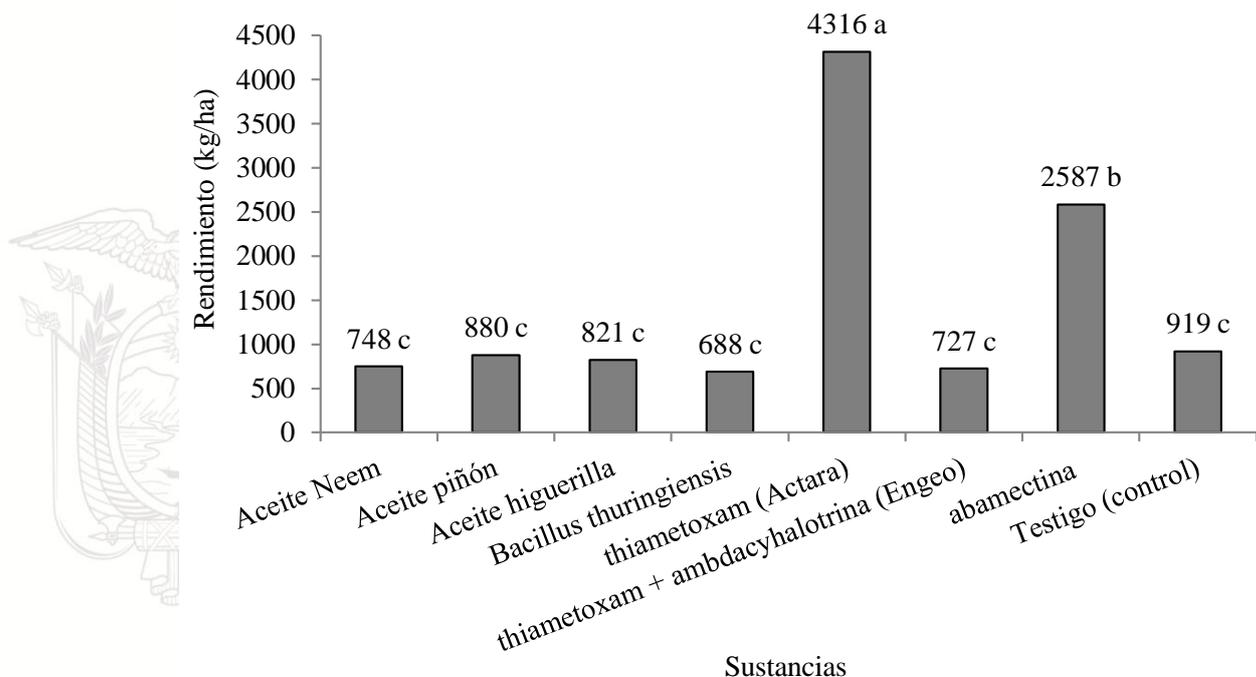


Figura 29. Valores promedio del rendimiento (kg/ha) de algodón en rama alcanzado en el estudio de sustancias de distinta naturaleza aplicadas para el control de los principales artrópodos-plaga en algodón. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b.

Conclusiones

Cada una de las nueve especies de artrópodos-plaga evaluadas en este estudio, tiene una distribución poblacional asociada al hábito alimenticio con el crecimiento y desarrollo del cultivo de algodón.

Se determinó una mejor respuesta de control de las poblaciones de artrópodos-plaga a la aplicación de los tratamientos convencionales thiametoxam (Actara) y abamectina, además del botánico aceite de piñón y el biológico *Bacillus thuringiensis*.

No obstante su eficacia, los tratamientos convencionales thiametoxam (Actara) y abamectina, interfirieron sobre la actividad de los artrópodos benéficos en algodón, reduciendo significativamente sus poblaciones, comparado con las parcelas que no recibieron estas aplicaciones.

Se demostró en esta investigación el efecto positivo del Cloruro de Mepiquat como regulador de crecimiento, manteniendo a la planta de algodón a una altura de 1,32 m, significativamente inferior a los 2,62 m de altura, que alcanzaron las plantas sin regulador.

Con el tratamiento convencional thiametoxam se alcanzó el mayor rendimiento promedio con 4316 kg/ha de algodón en rama (95,9 qq/ha), mientras que con las alternativas botánicas y biológicas, no se logró superar al testigo control.

Recomendaciones

Continuar durante el 2020 con estudios que busquen alternativas complementarias al uso de plaguicidas convencionales.

Actividad 5.4. Plan de regeneración de accesiones del género *Gossypium* spp. conservadas en el banco de germoplasma del INIAP y nuevas recolectas en Ecuador

Subactividad 5.4.1. Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador

Responsable

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

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

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

Colaboradores: Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología)

Ing. Marjorie Asanza (estudiante de Maestría-UTM)

Ing. Geover Peña (Recursos Fitogenéticos)

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico FAO-INIAP)

Dr. César Tápia (DENAREF-EESC)

Dr. Álvaro Monteros (DENAREF-EESC)

Ing. Wimper Rodríguez (FAO-Pedro Cabo).

Otros colaboradores

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

Antecedentes

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

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

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

El mejoramiento genético ha permitido que el hábito de crecimiento de plantas nativas de algodón, con crecimiento indeterminado y perennes, se desarrollen en plantas comerciales, al convertirlas en anuales con crecimiento determinado, que producen en menor tiempo que las nativas (Cadena, 2000). Las colectas de varios algodones semi domesticados y silvestres de *G. hirsutum*, han sido la base para la formación de algunas variedades como Acala, Deltapine, Coker (Ulloa et al., 2006; Tovar et al., 2013). En todo caso, la conservación del germoplasma por sí mismo no es de utilidad, sino se realiza una caracterización y evaluación del recurso fitogenético (Royo et al., 2013).

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

En este contexto, en el marco del proyecto GCP/RLA/199/BRA "Fortalecimiento del Sector Algodonero por medio de la Cooperación Sur-Sur", firmado entre el gobierno brasileño, el

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

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

Objetivo general

Conocer la diversidad genética de la colección de algodón *Gossypium* spp en Ecuador mediante la aplicación de descriptores morfoagronómicos.

Objetivos específicos

Caracterizar morfo agronómicamente "ex situ" 36 accesiones de la colección de algodón *Gossypium* spp. de Ecuador.

Determinar las características cualitativas y cuantitativas más discriminantes entre las accesiones de la colección de algodón *Gossypium* spp. de Ecuador.

Establecer grupos genéticos de las accesiones de algodón *Gossypium* spp. de Ecuador.

Multiplicar y regenerar el germoplasma de algodón.

Metodología

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

Ubicación

El presente estudio se lo está realizando entre el 2019-2020, en la colección de algodón *Gossypium* spp. de Ecuador, que se encuentra establecida en el Lote "Teodomira" de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana-Manabí, en las coordenadas 01°09'51" S y 80°23'24" O, a una altitud de 60 msnm.

Características edafoclimáticas

Temperatura promedio	26,4 °C
Precipitación media anual	851,57 mm
Humedad relativa promedio	81%
Heliofanía anual	1.604 horas sol
Topografía	Plana
Tipo de suelo	Franco

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

Material vegetal de estudio

La colección cuenta actualmente para esta investigación con 36 accesiones de algodón del género *Gossypium* que fueron establecidas en dos momentos de siembra. Las accesiones del 1 al 18 sembradas el 10 de octubre del 2018, mientras que las accesiones del 19 al 36, el 14 de enero del 2019 (Tabla 26). Estos materiales corresponden a colectas realizadas en las provincias de Manabí y Guayas durante el 2018 (Figura 30).

Tabla 26. Accesiones de la colección nacional de algodón del género *Gossypium*. Estación Experimental Portoviejo-INIAP. 2018-2019.

Número	Nombre de la accesión	Procedencia	Número	Nombre de la accesión	Procedencia
1	ECGPRSMV 001	Manabí	19	ECGPMV 020	Guayas
2	ECGPRSMV 002	Manabí	20	ECGPMV 021	Guayas
3	ECGPRSMV 003	Manabí	21	ECGPMV 022	Guayas
4	ECGPRSMV 004	Manabí	22	ECGPMV 023	Guayas
5	ECGPRSMV 005	Manabí	23	ECGPMV 024	Guayas
6	ECGPRSMV 006	Manabí	24	ECGPMV 025	Guayas
7	ECGPRSMV 007	Manabí	25	ECGPMV 026	Guayas
8	ECGPRSMV 008	Manabí	26	ECGPMV 027	Guayas
9	ECGPRSMV 009	Manabí	27	ECGPMV 028	Guayas
10	ECGPRSMV 010	Manabí	28	ECGPMV 029	Guayas
11	ECGPRSMV 011	Manabí	29	ECGPWR 030	Guayas
12	ECGPRSMV 012	Manabí	30	ECGPWR 031	Guayas
13	ECGPRSMV 013	Manabí	31	ECGPWR 032	Guayas
14	ECGPRSMV 014	Manabí	32	ECGPWR 033	Guayas
15	ECGPRSMV 015	Manabí	33	ECGPWR 034	Guayas
16	ECGPRSMV 016	Manabí	34	ECGPWR 035	Guayas
17	ECGPRSMV 017	Manabí	35	ECGPWR 036	Guayas
18	ECGPRSMV 018	Manabí	36	ECGPWR 037	Guayas

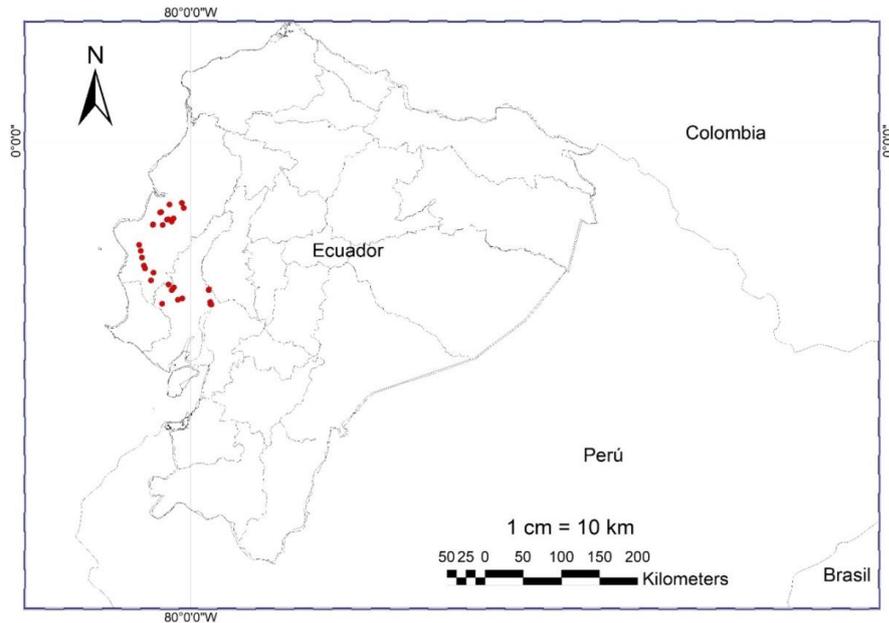


Figura 30. Georreferenciación de 36 sitios de colecta de materiales de algodón de interés en las provincias de Manabí y Guayas. 2018-2019.

Análisis estadístico

En el flujograma de la Figura 31, se observa el esquema de los análisis estadísticos que se están realizando en la caracterización morfo agronómica de la colección nacional de algodón del género *Gossypium*.

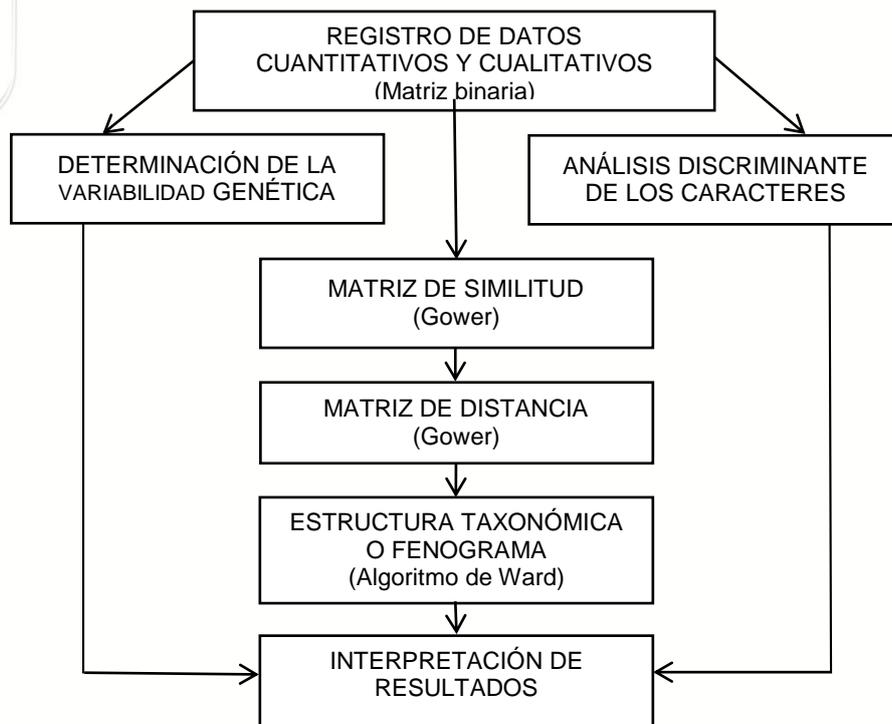


Figura 31. Flujograma de los análisis estadísticos de los datos morfo agronómicos de las 36 accesiones de la colección nacional de algodón del género *Gossypium*.

Diversidad genética de las 36 accesiones de algodón

Con el objetivo de obtener estimaciones de variabilidad genética, se utilizaron los siguientes descriptores, siguiendo los lineamientos del IBPGR (1988) y UPOV (2001) y se determinó en base a los valores de coeficiente de variación.

Matriz de similitud, distancia y estructura taxonómica

La similitud entre dos entidades, es en función de sus similitudes individuales en cada uno de los caracteres para los cuales son comparados. Utilizando el paquete software R (Team, 2010) y la distancia Gower (1967) se estima la similitud taxonómica entre cada par de entrada para caracteres continuos, mientras que para los caracteres cualitativos se está utilizando el siguiente coeficiente de asociación:

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

Donde

S_{ij} = coeficiente de asociación entre las entradas i y j

N = número de caracteres cualitativos

Luego se transformará en una matriz de distancia (D1), mediante el complejo S_{ij} :

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

Además se calculará una matriz de distancia Euclidiana al cuadrado:

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

Donde:

X_{ki} = registro estandarizando del carácter k en la entrada i

X_{kj} = registro estandarizando del carácter k en la entrada j

Dando la matriz final:

$$D = (n1D1 + n2D2) / (n1 + n2)$$

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

Determinación del valor discriminante de los caracteres entre grupos

Mediante este análisis se reconoce dentro del grupo de los caracteres utilizados, aquellos que tengan el mayor valor discriminante y que por lo tanto permitirán una eficiente identificación de la relación entre las accesiones o entradas de población en estudio para un determinado carácter y para un grupo de caracteres.

Caracteres cuantitativos

El valor discriminante de un descriptor cuantitativo consistirá en el número de diferencias significativas detectadas por la prueba de Duncan, expresadas como una fracción de números total de posibles comparaciones dentro del algodón. Se determinó a través del índice "D" de Engels (1983) utilizando las medidas de los grupos en las comparaciones múltiples de Duncan.

Caracteres cualitativos

El valor discriminante para estos caracteres se basará en el número de partes de taxa que un cierto descriptor puede separar y en la cantidad de información que este descriptor comparte con otros del mismo estudio (Engels, 1983). El valor discriminante para separar grupos, se estimará en base al análisis de frecuencia y las estadísticas de Cramer (Kendall y Stuart, 1979), coeficiente de contingencia (P) (Fienberg, 1977) y Chi cuadrado (X^2) (Cochran 1954).

Levantamiento de la información

Para el registro de la información en cada carácter, se utilizó los descriptores desarrollados para el género *Gossypium* (Anexo 1). Fueron evaluadas 10 plantas en cada accesión, las cuales fueron previamente marcadas en forma aleatorizada.

Descriptores cualitativos y cuantitativos

La caracterización morfoagronómica que se realizó en la colección, en sus distintos caracteres y estados, se agruparon según fuesen continuos (cuantitativos) o discontinuos (cualitativos). Cada carácter puede manifestarse en un estado concreto de dos o más estados posibles para el mismo de los caracteres: planta, ramas fructíferas, tallo, hojas, flores, brácteas, cápsulas, fibra, de las 36 accesiones de germoplasma de *Gossypium* spp.

Caracterización de la planta**Características cualitativas**

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

Postrado ($>135^\circ$)

Compacto/intermedio (de 90 hasta 135°)

Erecto ($<90^\circ$).

- Forma de la planta (FP). Se refiere al aspecto general de la planta, que debe reflejar la observación de varias plantas, dado por los siguientes estados: cilíndrica, cónica, globosa.

- Densidad del follaje (DF). Laxa, media, densa.

Características cuantitativas

- Altura de la planta en cm (AP). Se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice de la planta de algodón, utilizando una regla graduada en centímetros.

- Diámetro de la planta en cm (DP). Se realizó la medición del diámetro del tallo principal a una altura de 20 cm sobre el nivel del suelo, utilizando un calibrador digital vernier.

- Número de nudos del tallo hasta la rama fructífera inferior (en floración) (NNT). Se registró desde la base del tallo, el número de nudos hasta llegar a la primera rama fructífera, contabilizando la cantidad de nudos presentes.

Caracterización de las ramas fructíferas**Características cuantitativas**

- Longitud de rama en cm. (LRF). Se midió desde la inserción del tallo hasta el ápice de la rama fructífera, utilizando una regla graduada en centímetros. Registro de por lo menos 10 ramas.

- Número de nudos de la rama (NNR). Se registró en las mismas ramas de la variable anterior, contabilizando la cantidad de nudos presentes. Registro promedio de por lo menos 10 ramas.



- Longitud promedio del entrenudo en cm. (LPE). Esta variable se obtuvo al dividir el promedio obtenido en la variable “longitud de ramas productivas” para el valor obtenido de la variable “número de nudos por rama”. Registro promedio de por lo menos 10 ramas.

Caracterización del tallo

Características cualitativas

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

Caracterización de la hoja

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

Características cualitativas

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

Características cuantitativas

- Número de lóbulo de la hoja (NH).
- Longitud de la hoja en cm (LH): distancia desde el punto de inserción del peciolo en la base del limbo hasta el ápice.
- Largo del peciolo de la hoja en cm (LP). Distancia desde el inicio del peciolo hasta la base de la hoja.

Caracterización de la flor

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

Características cualitativas

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

Caracterización de las brácteas

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

Características cualitativas:

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



Caracterización de las cápsulas

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

Características cualitativas:

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

Características cuantitativas:

- Largo de la cápsula en cm (LC). Se registró la longitud desde la inserción de la bráctea hasta el ápice de la cápsula. Registro promedio de por lo menos 10 cápsulas, utilizando el calibrador vernier
- Ancho de la cápsula en cm (AC). Se realizó la medición del diámetro de la parte más ancha de la cápsula, utilizando el calibrador vernier. Registro promedio de al menos 10 cápsulas
- Relación larga/ancho de la cápsula en cm (RLA). Comprende la relación aritmética del largo y el diámetro de la cápsula
- Longitud del pedúnculo de la cápsula en cm (LPC). Se registró la longitud del pedúnculo de la cápsula desde la inserción de la rama hasta la inserción de la cápsula
- Número de lóculos (NLC). Se contabilizó el total de lóculos que contiene cada cápsula.

Caracterización de la semilla

De 10 cápsulas se registró los siguientes datos, utilizando un calibrador, pinzas y balanza.

Características cualitativas

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

Características cuantitativas

- Número de semillas por mota (NSM)
- Longitud de la semilla en cm (LS). Se registró la longitud desde la base del ápice de la semilla, registro promedio de por lo menos 10 semillas, utilizando el calibrador vernier
- Diámetro de la semilla en cm (DS). Se registró diámetro más ancho de la semilla. Registro promedio de por lo menos 10 semillas, utilizando el calibrador vernier
- Peso de 100 semillas en gramos (PS). Se registró el peso de 100 semillas cosechadas de las cápsulas de algodón.

Caracterización de la fibra

Características cualitativas:

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

Resultados

Como parte del proyecto de investigación de Maestría titulado “Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador”, se presenta un avance de los resultados obtenidos a la fecha noviembre 30 del 2019. Es importante destacar que de las 36 accesiones que se están evaluando, en este informe se presentan resultados de 31 accesiones que han sido caracterizadas en un 100%, con una valoración de 47 variables analizadas de un total de 49. Durante el primer semestre de 2020, se espera concluir con el registro de datos, completar el análisis integral, escribir y defender la tesis de maestría de la Ing. Asanza.

Determinación de la diversidad genética de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador

La caracterización morfoagronómica de las 31 accesiones de algodón indica que de los 19 caracteres cuantitativos aplicados, existen cuatro de estos, que determinaron diversidad fenotípica entre las accesiones caracterizadas. Para esto se emplearon parámetros estadísticos como valor mínimo, valor máximo, rango, media aritmética, desviación estándar (DE), porcentaje de coeficiente de variación (% CV).

En la Tabla 27, se observa que el coeficiente de variación de los caracteres osciló entre el 4,48% (diámetro de la semilla) y 54,52% (número de nudos del tallo hasta la rama fructífera en floración), siendo estos rangos permitidos para investigaciones de campo para caracterización *ex situ*, debido a la influencia que el ambiente ejerce sobre los caracteres cuantitativos.

Los caracteres como mayor variación genética de las 19 variables analizadas fueron: número de nudos del tallo hasta la rama fructífera en floración, con un 54,52% de CV; el largo del peciolo de la hoja madura (cm) fue de un 32,88% CV; el número de nudos de rama fructífera de un 32,46% CV y la longitud del pedúnculo de la cápsula con un 31,31% CV. Sin embargo, las variables con menor variación genética fueron: diámetro de la semilla (mm) con un 4,48% CV; Largo de la semilla (mm) de un 4,75% CV; y el ancho de la cápsula con un 8,51% de CV (Tabla 27). Estos resultados indican que, cuanto más bajo sea el coeficiente de variación más homogéneos son los datos y por ende menor diversidad genética entre las accesiones, y mientras más altos son los valores del coeficiente de variación, mayor será la variabilidad genética entre las accesiones, lo cual determinan la variabilidad genética de la colección.

Análisis de agrupamiento de accesiones de algodón *Gossypium* spp. de Ecuador

A través del algoritmo multivariado del análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. 1963. Actuado sobre la matriz de distancia, obtenido con el método Gower, se efectuó un agrupamiento de las accesiones caracterizadas en la presente investigación, estableciendo cuatro grupos genéticos, cuya distribución se indica en la Tabla 28. El grupo uno está conformado únicamente por las accesiones consideradas como comerciales, cuyo porcentaje representa el 16,13%, que indica que este grupo tiene una fuerte variabilidad en comparación de los otros grupos que son considerados como nativos; el grupo dos representa el 29,03%, de igual manera el grupo tres con el 6,45%, siendo el grupo más diverso de todos y finalmente el grupo cuatro con el 48,39% de las accesiones caracterizadas de la colección de algodón. En la Tabla 29, se puede observar las frecuencias absolutas y relativas de la colección de algodón *Gossypium* spp. de Ecuador.

Tabla 27. Estadísticos descriptivos de los 19 descriptores cuantitativos utilizados en la caracterización morfoagronómica que determinan la variabilidad genética en las 31 accesiones de algodón de EEP-INIAP. 2019.

VARIABLE	MÍN	MÁX	RANGO	MEDIA	DE	CV %
Altura de la planta	157,7	367,4	209,7	264,63	57,24	21,63
Diámetro de la planta	1,3	5,07	3,77	3,35	0,73	21,89
Número de nudos del tallo hasta la rama fructífera inferior en floración*	2	23	21	10,68	5,82	54,52
Longitud de rama fructífera (cm)	90	296	206	190,94	56,28	29,47
Número de nudos de rama fructífera *	13	57	44	37	12,01	32,46
Longitud promedio del entrenudo (m)	3	8	5	5,48	1,15	20,99
Número de lóbulos de la hoja madura formada	3	7	4	4,81	0,91	18,93
Longitud de la hoja madura (cm)	10	21	11	14,58	3,31	22,73
Largo del peciolo de la hoja madura (cm) *	8	23	15	13,26	4,36	32,88
Largo de la cápsula (cm)	4	6	2	5,19	0,54	10,45
Ancho de la cápsula (cm) **	2	3	1	2,94	0,25	8,51
Relación largo/ancho de la cápsula	1	2	1	1,87	0,34	18,21
Longitud del pedúnculo de la cápsula *	1	4	3	2,45	0,77	31,31
Número de locus por cápsula	3	4	1	3,16	0,37	11,83
Peso de mota con semilla (g)	2,5	4,6	2,1	3,54	0,46	12,9
Número de semillas por mota	20	30	10	25,45	2,73	10,73
Largo de la semilla mm **	8,4	10,5	2,1	9,46	0,45	4,75
Diámetro de la semilla (mm) **	4,5	5,3	0,8	4,9	0,22	4,48
Peso de 100 semillas (g)	7,4	11,2	3,8	9	0,91	10,13

*Mayor variación genética

**Menos variación genética

Tabla 28. Distribución de las 31 accesiones de algodón por grupos, mediante el análisis jerárquico de Ward, en el estudio de “Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador”. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2019.

G1	G2	G3	G4
ECGPRSMV 001	ECGPRSMV 007	ECGPRSMV 005	ECGPRSMV 004
ECGPRSMV 002	ECGPRSMV 008	ECGPRSMV 006	ECGPRSMV 015
ECGPRSMV 003	ECGPRSMV 011		ECGPMV 020
ECGPRSMV 009	ECGPRSMV 012		ECGPMV 021
ECGPRSMV 010	ECGPRSMV 013		ECGPMV 023
	ECGPRSMV 014		ECGPMV 026
	ECGPRSMV 016		ECGPMV 027
	ECGPRSMV 017		ECGPMV 028
	ECGPRSMV 018		ECGPW 030
			ECGPW 031
			ECGPW 033
			ECGPW 034
			ECGPW 035
			ECGPW 036
			ECGPW 037

Tabla 29. Distribución por grupos, frecuencias y porcentajes de variabilidad de las 31 accesiones de algodón en el estudio de “Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador”. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2019.

Grupos	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada	Porcentaje Acumulado
Grupo 1	5	16,13	5	16,13
Grupo 2	9	29,03	14	45,16
Grupo 3	2	6,45	16	51,61
Grupo 4	15	48,39	31	100,00

La Figura 32, se representa mediante un fenograma, la estructura taxonómica obtenida por la matriz de distancia con el agrupamiento jerárquico de Ward, a través de la matriz de distancia generada por el algoritmo Gower, el cual establece la relación en grado de disimilitud entre las accesiones o grupo de las mismas, determinando el parentesco genético entre las accesiones y la variabilidad observada en cada grupo

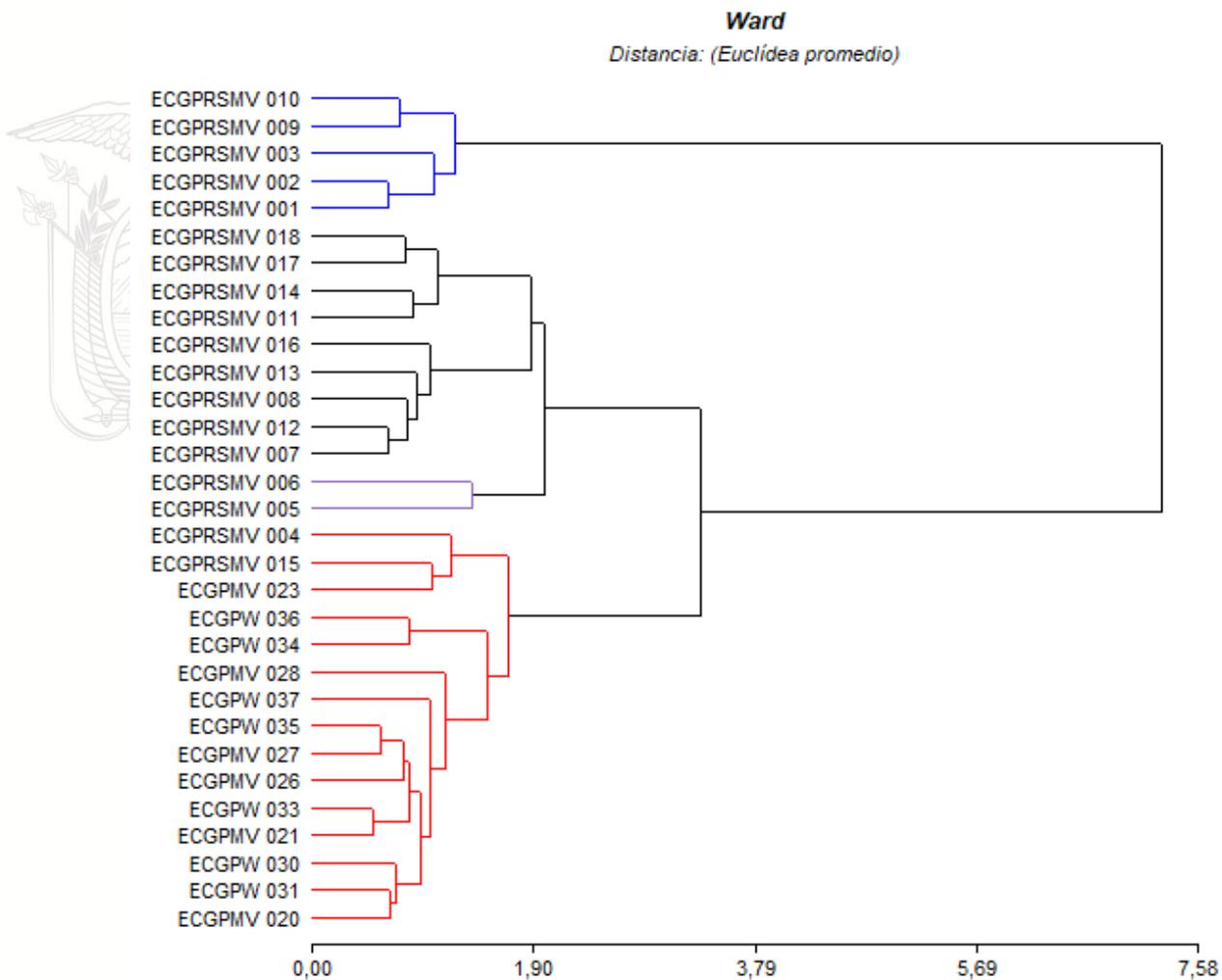


Figura 32. Fenograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward de las 31 accesiones de algodón según la distancia de Gower en el estudio de “Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador”. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2019.

Caracteres cuantitativos

En la Tabla 30, se observan siete caracteres cuantitativos con mayor valor discriminante de los 19 evaluados con la prueba de significancia de Duncan y a través de los promedios obtenidos por grupo, siendo estas: altura de la planta (m), diámetro de la planta (cm), longitud de rama fructífera (m), número de nudos de rama fructífera, número de lóbulos de la hoja madura formada, diámetro de la semilla (mm).

En lo que respecta a la altura de la planta, el grupo que obtuvo la mayor altura fue el grupo tres con 321,5 m, mientras que el grupo que obtuvo la menor altura fue el uno que es el grupo de los materiales comerciales con 179,52 m., en los relacionado al diámetro del tallo, el grupo cuatro con 3,57 cm tuvo el mayor diámetro y el grupo uno con 2,03 cm fue el de menor diámetro, mientras que la longitud de rama fructífera fue del grupo tres con 275 m, y el de menor altura del grupo uno con 112 m; para la variable número de nudos de la rama fructífera, el grupo tres presentó el mayor número 50,5 nudos y el grupo uno con 18 nudos fue el menor; el carácter número de lóbulos de la hoja madura formada fue mayor en el grupo tres con 6,5 lóbulos en promedio y el grupo uno con tres lóbulos. Una de las variables productivas más discriminantes fue el número de semillas por mota para el cual el grupo uno presentó un promedio de 29 semillas por mota en comparación del grupo dos que obtuvo 25,89 semillas por mota en promedio. La variable diámetro de la semilla tuvo una ligera significancia estadísticas siendo las semillas que pertenecen al grupo uno, las que tuvieron mayor diámetro en comparación de las del grupo tres, que fueron las de menor diámetro con un promedio de 4,7 semillas por mota.

Caracteres cualitativos

De los 28 caracteres analizados mediante la prueba de X^2 , se encontraron que tres presentaban significancia al 5% (Tabla 31), lo cual indica que estos descriptores analizados proveen información para definir la diversidad y separar grupos genéticos en esta colección de algodón. El color de la borra, color del polen, densidad de la borra en la semilla, fueron los descriptores con mayor efecto discriminante, siendo su X^2 58,00; 51,10 y 47,07 respectivamente; a su vez estos descriptores presentaron los coeficientes de asociación más altos con coeficientes de contingencia de Cramer de 0,68; 0,74; 0,62 respectivamente y su coeficiente de contingencia de Pearson de = 0,81; 0,79; 0,78 en su orden.



Tabla 30. Valores promedios para 19 caracteres cuantitativos en cuatro grupos de algodón en el estudio de “Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador”. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2019.

Variable cuantitativa	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Valor P	Valor D
Altura de planta	179,52 a	304,88 bc	321,5 c	261,26 b	<0,0001**	0,75 ^D
Diámetro de la planta	2,03 a	3,77 c	3,11 b	3,57 bc	<0,0001**	0,75 ^D
Número de nudos del tallo hasta la rama fructífera inferior en floración	2,8 a	12,78 b	16 b	11,33 b	0,0025**	0,5
Longitud de rama fructífera	112 a	209,56 b	275 c	194,87 b	0,0002**	0,75 ^D
Número de nudos de rama fructífera	18 a	39,89 b	50,5 c	39,8 b	0,0001**	0,75 ^D
Longitud promedio del entrenudo (m)	6,4 a	5,56 a	5,5 a	5,13 a	0,2062 ns	0,25
Número de lóbulos de la hoja madura formada	3,0 a	5,11 b	6,5 c	5,0 b	<0,0001**	0,75 ^D
Longitud de la hoja madura (cm)	12,0 a	18,56 b	18,0 b	12,6 a	<0,0001**	0,5
Largo del peciolo de la hoja madura (cm)	11,2 a	18,44 b	17 b	10,33 a	<0,0001**	0,5
Largo de la cápsula (cm)	4,8 a	5,22 a	5,0 a	5,33 a	0,2803 ns	0,25
Ancho de la cápsula (cm)	3,0 a	3,0 a	3,0 a	2,87 b	0,5518 ns	0,5
Relación largo/ancho de la cápsula	1,2 a	2,0 b	2,0 b	2,0 b	<0,0001**	0,5
Longitud del pedúnculo de la cápsula	1,6 a	2,78 b	2,0 b	2,6 b	0,02*	0,5
Número de locus por cápsula	4,0 b	3,0 a	3,0 a	3,0 a	sd	0,5
Peso mota con semilla (g)	3,56 a	3,61 a	3,05 a	3,55 a	0,487 ns	0,25
Número de semillas por mota	29,0 c	25,89 ab	27,5 bc	23,73 a	0,0001**	0,75 ^D
Largo de la semilla (mm)	9,64 b	9,66 b	8,95 a	9,35 ab	0,1033 ns	0,5
Diámetro de la semilla (mm)	5,08 c	4,98 bc	4,7 a	4,83 ab	0,0407 *	0,75 ^D
Peso de 100 semillas (g)	9,28 a	9,03 a	8,25 a	8,99 a	0,6285 ns	0,25

D= variables determinadas como más discriminantes ** = Significativo al 1% de probabilidad * = Significativo al 5% de probabilidad ns= No significativo

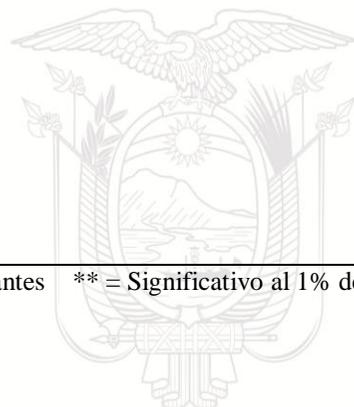


Tabla 31. Descriptores cualitativos de mayor valor discriminatorio entre los cuatro grupos de accesiones en el agrupamiento jerárquico de Ward en el estudio de “Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón *Gossypium* spp. en Ecuador”. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2019.

Variables cualitativas	Chi cuadrado Pearson	Coefficiente de contingencia Cramer	Coefficiente de contingencia Pearson	Valor P
Hábito de crecimiento	12,23	0,63	0,53	0,0066*
Forma de la planta	12,23	0,63	0,53	0,0066*
Color del tallo	21,08	0,58	0,64	0,0001*
Vellosidad del tallo	31,00	0,58	0,71	0,0001*
Densidad del follaje	18,98	0,45	0,62	0,0042*
Forma de la hoja	12,23	0,63	0,53	0,0066*
Intensidad del color verde de la hoja	15,33	0,41	0,58	0,0178*
Tamaño de la hoja	23,75	0,51	0,66	0,0006*
Pubescencia en el envés de la hoja	23,73	0,51	0,66	0,0006*
Tipo de floración	14,98	0,49	0,57	0,0018*
Color del pétalo	31,00	0,71	0,71	0,0001*
Intensidad del color de la mancha de los pétalos	36,06	0,54	0,73	0,0001*
Posición del estigma en relación a las anteras	31,00	0,71	0,71	0,0001*
Color del polen ^D	51,10	0,74	0,79	0,0001*
Dentado de las brácteas	4,11	0,26	0,34	0,2501 ^{ns}
Tamaño de las brácteas	27,07	0,54	0,68	0,0001*
Forma longitudinal de la cápsula	25,39	0,45	0,67	0,0026*
Punteado de la superficie de la cápsula	16,93	0,43	0,59	0,0095*
Prominencia de la punta de la cápsula	15,16	0,35	0,57	0,0865 ^{ns}
Época de apertura	38,27	0,56	0,74	0,0001*
Grado de apertura madurez completa	15,88	0,36	0,58	0,1968 ^{ns}
Preferencia de la borra en la semilla	21,29	0,59	0,64	0,0001*
Densidad de la borra en la semilla ^D	47,07	0,62	0,78	0,0001*
Color de la borra ^D	58,00	0,68	0,81	0,0001*
Contenido de fibra en la cápsula	18,59	0,45	0,61	0,0049*
Color de la fibra	19,89	0,46	0,63	0,0029*
Tamaño de la semilla	8,17	0,3	0,46	0,2259 ^{ns}
Color de la semilla	12,23	0,63	0,53	0,0066*

^D Variables determinadas como más discriminantes

* = Significativo al 5% de probabilidad

ns = no significativo



Bibliografía

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

Brubaker, C., Bourland, E. and Wendel, J. (1999). Cotton: origin, history, technology, and production. New York, USA:Wiley.

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

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

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

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

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

Fernández, A. y Rodríguez, E. (2007). *Etnobotánica del Perú Pre- Hispano*. . Trujillo, Perú: Editorial *Herbarium Truxillense*.

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

Gower, J.(1967). A comparison of some methods of cluster analysis. *Biometric*, . 23 (4): 623-637.

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

International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). (1985). *Cotton Descriptors (Revised)*. Rome, Italy: IBPGR

International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) (2001). *Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Algodón (Gossypium L.)*. Ginebra, Suiza: UPOV.



Martínez Reina, A. M. and Hernández, B. M. J. (2016). La competitividad del algodón colombiano frente a los principales países productores mediante el enfoque de costos de producción. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(2): 189-215. https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num2_art:368.

Matarita, A. 1989. The cultivation of cotton. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia .

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (2018). Tosagua sobreviven los últimos algodoneros. El Comercio. Ec. 21 08:

Disponible en <https://www.elcomercio.com/actualidad/tosagua-ultimos-algodoneros-eljuncal-ecuador.html>.

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

Mostacero, L.; Mejía, F.; Gamarra, T. (2009). *Fanerogamas del Perú*. Trujillo, Perú: Editorial GRAFICART.

Ñañez, C. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del algodón (Gossypium Hirsutum)*. Bogotá, Colombia; ICA.

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

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

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

Pérez, C., Tovar, M. del R., Obispo, Q., Legorreta, F. and Ruiz, J. (2016). Recursos genéticos del algodón en México : conservación ex situ , in situ y su utilización. *Rev. Mex. Cienc. Agríc*, 7 (1): 7, 5-16.

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

Robles, R. 2012. Producción de oleaginosas y textiles. México DF, México: Limusa .

Reyes, P. (2014). *El algodón pima Peruano : cultivo y manejo agronómico*. Piura, Perú;



Universidad de Piura.

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

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

Royo, O., Montenegro, A., Spoljaric, M. and Gonzalez, A. (2013). Caracterización de 492 accesiones de algodón del banco de germoplasma de INTA con análisis multivariado. Congreso nacional del Algodón. Chaco, Argentina.

Sánchez A. (1982). *Cultivos de fibras*. 1ª ed. México D.F:Editorial Trillas.

Silva, C. 2005. *Algodón genéticamente modificado* 1ed. Bogotá, Colombia: Agrobio.

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

Tovar, G. M. R.; Pérez, C. M.; Obispo, Q. G.; Mijangos, J. C.; Pedraza, M. S.; Flores, M. Z.; Madrid, M. C.; Aragón, F. C.; Enríquez, J. F. Q.; Tavitás, L. F.; Tovar, B. G. y Bonilla, J. C. (2013). Logros de investigación en algodón nativo de México. Campo Experimental Valle de México. Centro de Investigación Regional del Centro. Desplegable Técnica Núm. 26. 6 p.

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

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

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



ANEXO

**DESCRIPTORES PARA LA CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN “EX SITU”
DE ALGODÓN (*Gossypium* spp). (IBPGR, 1988; UPOV, 2001).**

DESCRIPTORES DE LA PLANTA

D1. Hábito de crecimiento

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

3 = Prostrado ($> 135^\circ$)

5 = Compacto/intermedio (de 90 hasta 135)

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

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

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

1 = Cilíndrica

2 = Cónica

3 = Globosa

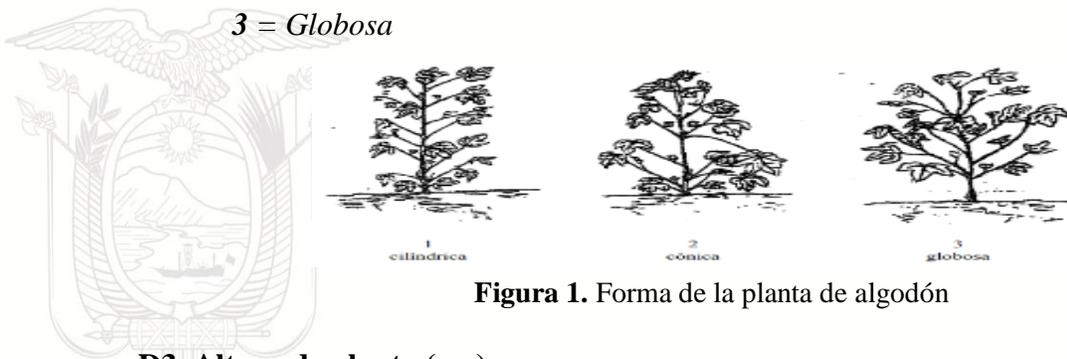


Figura 1. Forma de la planta de algodón

D3. Altura de planta (cm)

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

D4. Diámetro de planta (cm)

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

D5. Color del tallo

1 = Verde claro

2 = Verde

3 = Verde rojizo

D6. Velloso del tallo

1 = Glabra

2 = Vellos cortos

3 = Vellos largos



**D7. Densidad del Follaje**

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

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

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

D9. Longitud de rama fructífera (cm)

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

D10. Número de nudos de rama fructífera

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

D11. Longitud promedio del entrenudo (cm)

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

D12. Forma de la hoja (Figura 2)

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

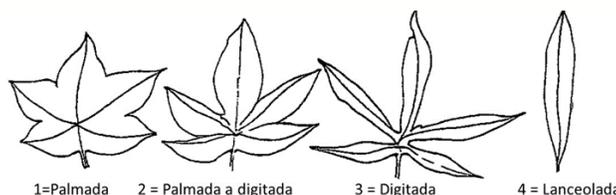


Figura 2. Forma de la hoja

D13. Intensidad del color verde de la hoja

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

D14. Numero de lóbulos de la hoja madura**D15. Longitud de la hoja madura (cm)**

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

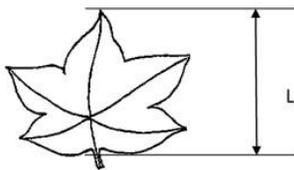


Figura 3. Largo de la hoja en cm

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

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

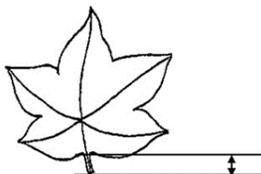


Figura 3. Largo de la hoja en cm

D17. Pubescencia en el envés de la hoja

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

D17. Tamaño de la hoja

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

D18. Pubescencia en el envés de la hoja

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

CARACTERÍSTICAS DE LA FLOR

D19. Tipo de floración (Ver Figura 4)

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





Figura 4. Tipo de floración del algodón

D20. Color del pétalo

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

D21. Intensidad de tamaño de la mancha en los pétalos

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

D22. Posición del estigma en relación a las anteras

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

D23. Color del polen

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

D24. Dentado de la brácteas

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

D25. Tamaño de las brácteas

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

D26. Forma longitudinal de las capsulas (Figura 5)

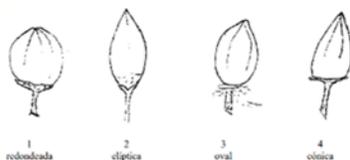
- 1 = *Redondeada*
- 2 = *Elíptica*
- 3 = *Ovalada*





4 = Cónica

Figura 5. Forma longitudinal de las capsulas



D27. Largo de la capsula (cm)

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

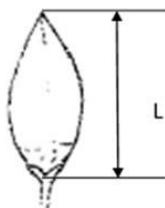


Figura 6. Longitud de la capsula

D28. Ancho de la capsula (cm)

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



Figura 7. Diámetro de la capsula

D29. Relación largo/ancho de la capsula

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

D30. Punteado de la superficie de la capsulas

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

D31. Longitud del pedúnculo de la capsula (cm)

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

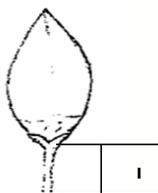




Figura 7. Diámetro de la capsula

D32. Prominencia de la punta de las capsulas

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



Figura 8. Prominencia de la punta de las capsulas

D33. Número de locus por capsula

Se contabilizará el total de lóculos que contiene cada capsula

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

- 1 = *Muy precoz*
- 3 = *Precoz*
- 5 = *Media*
- 7 = *Tardía*
- 9 = *Muy tardía*

D35. Grado de apertura (madurez completa)

- 1 = *Débil*
- 3 = *Media*
- 5 = *Fuerte*

D36. Presencia de la borra en la semilla

- 0 = *Ausencia*
- 1 = *Presencia*

D37. Densidad de la borra en la semilla

- 1 = *Desnuda*
- 3 = *Laxo*
- 5 = *Medio*





7 = *Denso*

D38. Color de la borra

1 = *Blanco*

2 = *Gris*

3 = *Verde claro*

4 = *Marrón claro*

D39. Contenido de fibra en la capsula

3 = *Poco*

5 = *Medio*

7 = *Alto*

D40. Color de la fibra

1 = *Blanco*

2 = *Beige*

3 = *Marrón*

D41. Peso de la mota

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

D42. Número de semillas por mota

D43. Largo de la semilla (cm)

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

D44. Diámetro de la semilla (cm)

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

D45. Tamaño de la semilla

3 = *Pequeña*

5 = *Mediana*

7 = *Grande*

D46. Peso de 100 semillas (gr)

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

D47. Color de la semilla





- 3 = *Negra*
- 5 = *Marrón*
- 7 = *Marrón verdoso*

Subactividad 5.4.2. Colecta de accesiones del género *Gossypium* spp. y conservación del banco de germoplasma de algodón en Ecuador

Responsable

Dr. Ernesto Cañarte B. (Entomología EEP).

Colaboradores: Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología EEP)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico contratado FAO)

Ing. Goever Peña (EEP)

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

Dr. César Tápia (DENAREF-EESC)

Ing. Álvaro Monteros (DENAREF-EESC)

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 varias provincias del Ecuador

Incrementar el banco de germoplasma en campo con la finalidad de seleccionar posibles materiales de alto rendimiento que sirvan de base para a futuro implementar un programa de mejoramiento de este cultivo.

Ubicación

Durante este 2019, se realizaron colectas de nuevos materiales de algodón silvestre en las provincias de Los Ríos y Guayas, actividad que busca incrementar el banco de germoplasma de algodón (semilla) que reposa en el DENAREF-Quito, así como el banco de germoplasma en campo, establecido en el Lote Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, situada en la parroquia Colón del cantón Portoviejo-Manabí y localizada en 0565251 Sur, 9875872 Oeste (UTM) y a una altitud de 58 msnm.

Procedimiento





Fuente de información

Para el presente plan de colecta del género *Gossypium* spp., se revisó la base de datos para la especie, del herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y se utilizó la metodología, según documento preparado por Monteros y Tapia (2018). La primera fuente de información a revisar para el proceso de prospección y colecta fueron los protocolos utilizados por el INIAP-DENAREF. En el caso específico de *Gossypium* spp. a partir de la información de herbario recopilada, se realizaron los viajes de prospección en 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, siempre que fue posible. Cuando no es el caso, se seleccionó plantas con mota y flor, o sólo flor o mota. En el mejor de los casos, se obtuvo 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 seleccionada contaba con estructuras florales y mota. 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, posteriormente 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, amarrados con cuerda. En estas condiciones 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, referencia ecológica, fotografía de la arquitectura de la planta y sus diferentes estructuras. Adicionalmente se realiza una caracterización morfológica *insitu* (Anexo descriptores).

Resultados

Banco de germoplasma

Entre el periodo septiembre de 2018 a marzo de 2019, se han realizado 45 colectas. De estas, los primeras 18 materiales (colectados en septiembre/2019), fueron establecidos en campo en el mes de octubre de 2018. Posteriormente 18 nuevas colectas se ingresaron en





campo en enero de 2019 y en julio de 2019 se establecieron cuatro materiales que mostraron viabilidad en las pruebas de germinación, provenientes de las provincias de Guayas (2) y Los Ríos (2), de un total de ocho colectados en el mes de marzo/2019, por el equipo de la Estación Portoviejo (Guayas) y el DENAREF (Los Ríos).

Labores agronómicas

Se han realizado las labores básicas de mantenimiento del banco de germoplasma, correspondiente a fertilización, deshierbas y riegos complementarios. Adicionalmente fue necesario realizar un raleo de plantas adultas en la línea, con la finalidad de permitir el ingreso de luz a las parcelas y favorecer la emisión de flores y bellotas.

Porcentaje de germinación de materiales colectados

Colecta de 19 materiales

En la Tabla 32. se presenta el porcentaje de germinación realizado a los 19 materiales silvestres de *Gossypium* sp. colectados hasta finales de 2018, en varias zonas algodoneras de las provincias de Manabí y Guayas. Se observó una respuesta diferenciada en los tiempos de germinación, existiendo materiales con una marcada precocidad en su germinación, como el material ECGPRSWR-035, que germinó a los 2 dds, mientras que existieron materiales tardíos como ECGPMV-019 y ECGPRSWR-036 que germinaron a los 7 dds, cada uno.



Tabla 32. Registro del porcentaje de germinación de 19 materiales silvestres de *Gossypium* spp. colectados en las provincias de Manabí y Guayas entre septiembre-noviembre de 2018. Estación Experimental Portoviejo, INIAP 2019.

Código	No. semillas sembradas	Días después de la siembra														
		1	2	3	4	7	8	9	10	14	15	16	18	21	24	25
ECGPMV-019	80	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ECGPMV-020	80	0	0	4	11	31	35	38	38	40	40	40	40	40	40	40
ECGPMV-021	80	0	0	4	15	24	29	31	31	41	41	43	44	45	45	45
ECGPMV-022	80	0	0	3	13	31	34	41	41	46	46	48	48	48	48	48
ECGPMV-023	80	0	0	3	15	54	63	64	64	65	65	71	71	71	71	71
ECGPMV-024	80	0	0	3	6	11	11	11	11	16	16	20	21	23	25	25
ECGPMV-025	20	0	0	0	1	1	1	3	3	10	11	14	21	23	23	23
ECGPMV-026	10	0	0	0	18	30	31	31	31	35	35	39	40	44	44	44
ECGPMV-027	80	0	0	0	3	10	16	19	19	26	28	29	34	39	39	40
ECGPMV-028	80	0	0	0	1	21	21	21	21	29	29	29	34	40	40	40
ECGPMV-029	20	0	0	0	0	1	1	1	1	6	6	6	11	14	16	16
ECGPRSWR-030	80	0	0	10	49	60	63	65	65	68	68	69	69	69	69	69
ECGPRSWR-031	80	0	0	1	21	64	66	68	68	68	68	68	68	68	68	68
ECGPRSWR-032	80	0	0	6	58	69	66	69	69	69	69	69	69	69	69	69
ECGPRSWR-033	80	0	0	1	8	31	29	35	35	41	41	41	41	41	44	45
ECGPRSWR-034	80	0	0	1	14	29	33	38	38	48	49	49	49	49	49	49
ECGPRSWR-035	80	0	1	1	1	5	5	5	5	8	8	8	8	11	18	18
ECGPRSWR-036	80	0	0	0	0	3	4	5	5	9	10	14	14	19	19	19
ECGPRSWR-037	80	0	0	0	3	40	48	59	59	60	60	61	61	61	61	61

En la Figura 33, se muestran los valores finales de la germinación, alcanzados por los 19 materiales colectados, destacándose ECGPMV-023, ECGPRSWR-030, ECGPRSWR-032, ECGPRSWR-031, con 71, 69, 69 y 68% de germinación, respectivamente. Mientras que el material ECGPMV-019, apenas reportó 1% de germinación. Cabe señalar que este

material al ser llevado al campo, no prosperó, por lo que a la fecha no se encuentra establecido, motivo por el cual no ha sido caracterizado morfo agronómicamente.

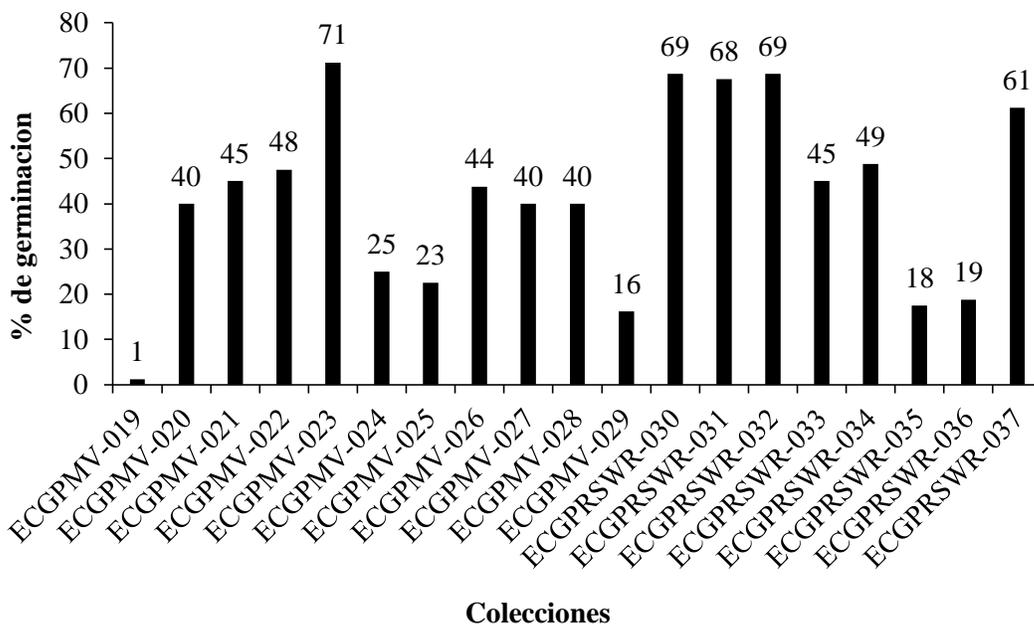


Figura 33. Porcentaje final de germinación de semillas de materiales silvestres de *Gossypium* spp. a los 25 días después de la siembra colectados en las provincias de Manabí y Guayas. Estación Experimental Portoviejo, INIAP 2019.

Colecta de ocho materiales

En la Tabla 33, se observa el porcentaje de germinación obtenido por los dos materiales silvestres de *Gossypium* sp. colectados en marzo de 2019 en varias localidades de la provincia del Guayas (GPRS-039; GPRS-040) y los seis materiales colectados y enviados a la EEP por el personal del DENAREF, colectados en la provincia de Los Ríos (AMWR-002; AMWR-003; AMWR-005; AMWR-006; AMWR-007; AMWR-008). Se aprecia que los dos materiales colectados en Guayas (GPRS-039; GPRS-040) presentaron poder germinativo, siendo incluso muy precoces al iniciar su germinación a los tres días. No sucedió lo mismo con los materiales de Los Ríos, donde apenas germinaron los materiales AMWR-007 y AMWR-006, siendo este último muy tardío, germinando a los 13 dds.

Tabla 33. Registro del porcentaje de germinación de ocho materiales silvestres de *Gossypium* spp. colectados en la provincia de Guayas y Los Ríos en marzo de 2019. Estación Experimental Portoviejo, INIAP 2019.

Código	No. semillas sembradas	Días después de la siembra						
		1	2	3	6	7	8	13
AMWR-008	10	0	0	0	0	0	0	0
AMWR-007	10	0	0	0	10	20	20	20
AMWR-006	10	0	0	0	0	0	0	10
AMWR-005	10	0	0	0	0	0	0	0
AMWR-003	4	0	0	0	0	0	0	0
AMWR-002	10	0	0	0	0	0	0	0
GPRS-039	80	0	0	1	3	3	3	8
GPRS-040	80	0	0	1	21	25	26	35

En la Figura 34, se observan los valores finales de la germinación, que presentaron los ocho materiales colectados en el 2019, alcanzando el material GPRS-040 el más alto valor de germinación (35%). Es posible que la falta de germinación de cuatro de los seis materiales colectados en Los Ríos, se deba a la calidad de la semilla, mismas que se encontraron semillas vanas y picadas.

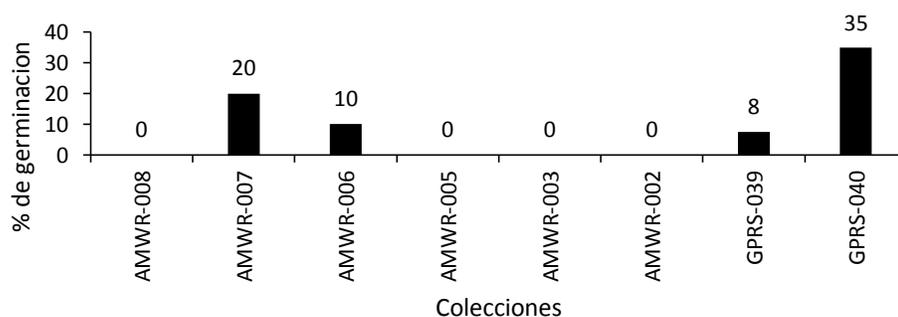


Figura 34. Porcentaje final de germinación de semillas de materiales silvestres de *Gossypium* spp. a los 13 días después de la siembra colectados en las provincias de Guayas y Los Ríos. Estación Experimental Portoviejo, INIAP 2019.

Conclusión





Faltan cubrir aún muchas zonas potencialmente algodoneras en el país, por los que se tiene planificado continuar con las colectas durante el 2020, siempre que se cuente con el apoyo del Proyecto +Algodón.

Bibliografía

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





Anexo

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

• Características vegetativas

• D1. Hábito de crecimiento

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

• D3. Color del tallo

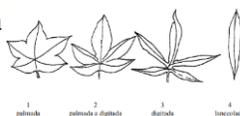
- 1 = Verde claro
- 2 = Verde
- 3 = Verderojizo

• D5. Densidad del Follaje

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

• D7. Forma de la hoja

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



• D9 Intensidad del color verde de la hoja

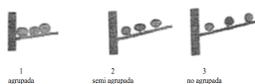
- 3 = Claro
- 5 = Medio
- 7 = Oscuro

D11. Nectarios en hojas

- 0 = ausencia
- 1 = Presencia

D13. Tipo de floración

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



• D15. Color del polen

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

• D17. Dentado de la brácteas

- 3 = Ligeramente
- 5 = Mediano
- 7 = Profundo

D19. Tamaño de la capsulas

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

D2. Forma de la planta

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



• D4 Vellosidad 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

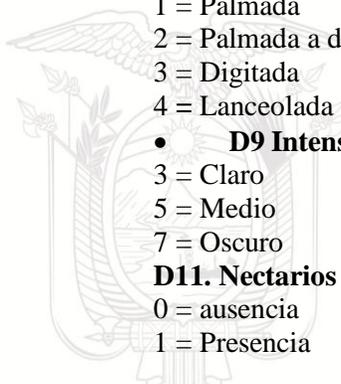
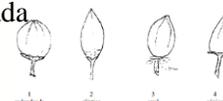
- 1 = Debajo
- 2 = Mismo nivel
- 3 = Encima

D18. Tamaño de la brácteas

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

• D20. Forma longitudinal de las capsulas

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





4 = Cónica

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

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

- **D23. Grado de apertura**

- 3 = Débil
- 5 = Media
- 7 = Fuerte

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

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

- **D27. Finura de la fibra**

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

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

- 0 = Ausencia
- 1 = Presencia

- **D31. Color de la borra**

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

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

- 1 = Débil
- 2 = Media
- 3 = Fuerte



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

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

- **D26. Longitud de la fibra**

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

- **D28. Color de la fibra**

- 1 = Blanco
- 2 = Beige
- 3 = Marrón

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

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

- **D32. Tamaño de la semilla**

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





Actividad 5.5. Determinar el efecto de bioherbicidas para el control de malezas en algodón (*Gossypium hirsutum* L.).

Responsable

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

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

Colaboradores: Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología)

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

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico FAO-INIAP)

Ing. Wimper Rodríguez (FAO-Pedro Cabo).

Otros colaboradores

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

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

Antecedentes

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

Ecuador presenta un déficit permanente de la producción nacional de algodón. Eventos económicos o climáticos “han llevado a la casi desaparición del cultivo en la provincia de Manabí” (FAO, 2018b). Según las estadísticas, la superficie pasó de 36000 ha en 1974 a 1800 ha en el 2016, con una producción aproximada de 5000 Tm a un costo de producción de 1425 dólares/ha, siendo la demanda local 20.000 Tm anuales de fibra (INIAP, 2018), importándose en el 2017 de Estados Unidos y Asia 14.853 Tm¹.

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



Los productores de algodón ecuatoriano son definidos como agricultores familiares en transición hacia la diversificación, manteniendo áreas pequeñas de cultivo. El 80% son hombres, siendo las mujeres requeridas durante la siembra y cosecha. Todas las labores del cultivo son realizadas manualmente, demandando una gran cantidad de mano de obra (FAO, 2018a). La problemática de la actividad se debe principalmente a la falta de semilla de variedades de alto rendimiento, manejo inadecuado del cultivo y bajos precios internacionales (MAG, 2018). Otros factores como el clima, luz, agua, suelo, densidad y problemas fitosanitarios, también causan pérdidas al productor (Agrobio, 2017).

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

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

En el país existe la producción de vinagre (ácido acético) a base de diferentes fuentes, siendo la más común el guineo, además de la producción de aceites de piñón e higuera, los cuales reportan una actividad fitotóxica, que debe ser explorada como actividad herbicida en cultivos como algodón, que contribuya al sostenimiento de la agricultura orgánica. El algodón orgánico, es un mercado vigente, que precisa de alternativas sostenible y sustentable, que haga uso adecuado de los recursos existentes para un manejo integrado de las malezas, reduciendo la dependencia de herbicidas sintéticos, para



preservar el ambiente. Con estos antecedentes se plantea la presente investigación con los siguientes objetivos, que daría inicio a una línea de investigación en el proyecto + Algodón, esperando darle continuidad en los siguientes años.

Objetivo general

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

Objetivo específicos

Identificar las especies de malezas asociadas al cultivo de algodón.

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

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

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

Realizar un análisis económico de los tratamientos.

Metodología

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

Ubicación

El presente estudio se lo estableció en el periodo seco, en el mes de agosto/2019 y continuará hasta febrero de 2020, en el lote Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en la parroquia Lodana del Cantón Santa Ana provincia de Manabí, en las coordenadas geográficas 01°09'51" S y 80°23'24" O, a una altitud de 60 msnm.

Características edafoclimáticas

Temperatura promedio	26,4 °C
Precipitación media anual	851,57 mm
Humedad relativa promedio	81%
Heliofania anual	1.604 horas sol
Topografía	Plana
Tipo de suelo	Franco



Fuente: Anuario Meteorológicas del INAMHI (2011-2016) Estación Meteorológica La Teodomira (UTM).

Factores en estudio

Factor A. Sustancias bioherbidas

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

Factor B. Dosis de sustancias bioherbidas/ha

- 1 = 150 L ha¹
- 1 = 200 L ha¹
- 1 = 250 L ha¹

Testigos

1. Químico: pre-emergente pendimentalina (4 L ha¹) + paraquat (4 L ha¹) y post-emergente haloxifop metil R (0,6 L ha¹)
2. Mecánico: Deshierbas manuales (tres deshierbas o más)
3. Absoluto: enmalezado todo el ciclo

Tratamientos

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

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

dds = días después de la siembra

Unidad experimental

La unidad experimental está conformada por parcelas de 30 m² (5 x 6m), con un área útil 14,4 m² donde se registran todas las variables consideradas en este estudio.



Características de las sustancias

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

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

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

Diseño experimental

El experimento se conduce con un Diseño de Bloques Completamente al Azar, en Arreglo Factorial Aditivo ($A \times B + 3$), con cuatro repeticiones.

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Total	(r+t+ee)	47
Repeticiones	r-1	3
Tratamientos	t-1	11
Bioherbicidas (A)	a-1	2
Dosis (B)	b-1	2
Interacciones (AxB)	(a-1) (b-1)	4
Testigo 1 (químico) vs. Factorial		1
Testigo 2 (manual) vs. Factorial		1
Testigo 3 (absoluto) vs. Factorial		1
Error Experimental	(t - r - ti)	33





Características del campo experimental

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

Análisis estadístico

Los datos serán analizados mediante análisis de varianza simple, para probar los efectos de los productos en estudio se compararán las medias de los tratamientos a través del Test de Tukey ($p=5\%$). Para comparaciones entre testigos y sustancias bioherbidas se usarán pruebas ortogonales. Para los análisis se empleará el Software estadístico InfoStat versión 1.0 (InfoStat, 2016).

Manejo específico del experimento

Preparación del suelo: se realizó mecánicamente, mediante un pase de arado y dos pases de rastra, para luego surcar a un metro de separación.

Análisis de suelo: se realizó el respectivo análisis físico-químico y en base a esos resultados se aplicará un programa de fertilización adecuado a las necesidades del cultivo.

Siembra: se realizó el 05 de agosto de 2019, utilizando la variedad comercial de algodón Coker, con semilla artesanal producida en la campaña 2018. La siembra se efectuó de forma manual, colocando tres semillas por sitio a un distanciamiento de 1m entre surcos por 0,30 m entre plantas, para luego de 10 días ralea a una planta por sitio, con lo que se obtuvo una población 33.333 plantas /ha. Previo a la siembra, la semilla fue tratada con carboxin + captan (Vitavax) 3 g/kg de semilla y thiodicarb + imidacloprid (Semeprid) 25 mL /kg de semilla.

Riego: se empleó el sistema por gravedad, realizando los riegos en función del requerimiento y condiciones ambientales, logrando hasta el final concretar 10 riegos, que equivaldrían a aproximadamente 500 mm de agua hasta los 120 días después de la siembra.





Control de malezas: por la naturaleza del experimento, no se realizó aplicaciones generalizadas de herbicidas convencionales en el área experimental. El control de malezas se lo efectuó en función de los tratamientos programados.

Control Fitosanitario: se realizaron monitoreos permanentes de plagas, siendo necesario apenas realizar tres controles fitosanitarios a base de thiametoxam, cipermetrina, thiametoxam + lambda-cihalotrina.

Regulador de crecimiento: debido a la interferencia de las malezas en función de los tratamientos con bioherbicidas, que limitó el crecimiento de las plantas de algodón, sólo fue necesario una aplicación inicial de regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat (0,5 mL/L agua), a los 50 dds.

Fertilización: se utilizó urea (45 kg/ha) a los 15 dds y YaraMila® (158 kg/ha) a los 45 dds.

Cosecha: se tiene programado realizar esta actividad entre los meses de enero a febrero de 2020, cosechando capullos limpios y en forma gradual a su madurez, usando para esto sacos de algodón y registrando en cada pase el peso en kg/parcela, para luego acumularlo y transformarlo a kg/ha.

Aplicación de tratamientos

Con la finalidad de provocar la germinación y emergencia de las malezas en el área experimental, se dio un riego de pre-siembra con 10 días de anticipación. Transcurrido este tiempo las malezas tenían entre 8 a 10 cm de altura. En estas condiciones se procedió a la siembra del experimento. Inmediatamente, se aplicarán todos los tratamientos en estudio. Esto es, los nueve tratamientos bioherbicidas; en el tratamiento químico se utilizó herbicida pre-emergente + post-emergente de contacto pendimentalina (4 L ha¹) + paraquat (4 L ha¹). El segundo testigo, se lo manejó mediante cuatro deshierbas manuales. Mientras el testigo absoluto (control), quedó a libre interferencia de las malezas. Dos días después de la siembra, se realizó una segunda aplicación de los tratamientos bioherbicidas, duplicando la dosis inicial y una tercera aplicación en post-emergencia a aproximadamente 20 dds, en la misma dosis de la segunda aplicación, teniendo la precaución de utilizar una pantalla entre las líneas de siembra, para evitar efecto fitotóxicos al cultivo; mientras que en el testigo químico convencional, a los mismos 20 dds, se aplicó en post-emergente haloxifop metil R (0,6 L ha¹). A partir de los 45 dds, todos los tratamientos con excepción del testigo absoluto, fueron deshierbados manualmente.

Métodos de evaluación

Datos de la eficacia de los bioherbicidas

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



contabilizadas e identificadas. Para su identificación se utilizó claves taxonómicas y literatura existente. Los promedios de estos tratamientos serán expresados en plantas/m² de cada una de las especies de malezas identificadas (Labrada 1992). Con esta información se elaborará un herbario.

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

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

Escala de Evaluación del índice de control de malezas propuesta por Alam (1974)²

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

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

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



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

Porcentaje de daño	Respuesta del cultivo	Valor de la escala
0	Sin reducción de crecimiento o daño	1
1,0 - 3,5	Débil decoloración, reducción o daño	2
3,5 - 7,0	Más severa, pero no perdurable	3
7,0 - 12,5	Moderada y más perdurable	4
12,5 - 20	Media y perdurable	5
20 - 30	Fuerte	6
30 - 50	Muy fuerte	7
50 - 99	Cultivo casi destruido	8
100	Completamente destruido	9

Monitoreo de artrópodos-plaga y benéficos en algodón

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

Datos agronómicos y de rendimiento

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

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

Altura de planta (cm): esta variable se registró a los 40, 60, 70, 120 y 180 dds (primera cosecha), para lo cual se marcaron aleatoriamente 10 plantas en el área útil de cada unidad experimental. En cada planta se tomó la altura desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta.

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

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

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





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

Número promedio de bellotas por planta: a los 120 dds, se contabilizó el número de bellotas presente en cada una de las plantas marcadas.

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

Rendimiento en kg/parcela y kg/ha: se está a la espera de la cosecha.

Análisis económico

Se realizará un análisis económico de los tratamientos mediante un análisis de presupuesto parcial, usando la metodología del Cymmyt con cálculo del beneficio neto, costos variables y tasa de retorno marginal (Perring et al., 1976).

Resultados

En la tabla 34, se presentan un resumen de avance de los valores promedios de las principales variables agronómicas registradas a los 100 dds en el estudio de bioherbicidas para el control de malezas en algodón. Se puede observar que de manera general el tratamiento químico que involucró el uso de preemergentes (pendimentalina) + (quemante paraquat) al momento de la siembra y pos-emergente (aloxifop metil R), a los 20dds, presentó siempre los mejores valores de altura de planta, diámetro de tallo, No. de nudos/planta, No. de ramas productivas y bellotas/planta. No obstante, el tratamiento bioherbicida a base de Aceite de higuerrilla formulado en dosis de 200 L ha⁻¹(40+80+80), presentó promedios inmediatamente inferiores al testigo químico, principalmente en las variables productivas (Tabla 34). Mientras que el testigo absoluto (control), presentó siempre los valores más bajos en las variables presentadas en la Tabla 34.

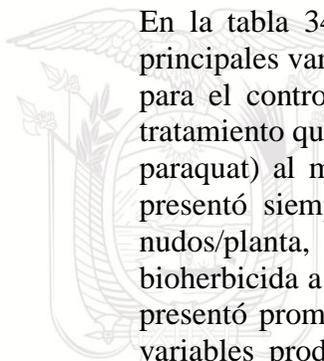


Tabla 34. Valores promedios de las principales variables agronómicas registradas a los 100 dds en el estudio “Determinar el efecto de bioherbicidas para el control de malezas en algodón (*Gossypium hirsutum* L.)”. Estación Experimental Portoviejo del INIAP. 2019b

Tratamiento	Sustancia bioherbicida	Dosis (L ha ¹)	Altura planta (cm)	Diámetro del tallo (mm)	No. nudos/plant a	No. ramas productivas	No. bellotas/plant a
1	Vinagre de guineo	30+60+60	51.30	7.18	13.10	4.90	6.28
2	Vinagre de guineo	40+80+80	50.49	6.79	13.13	4.48	5.48
3	Vinagre de guineo	50+100+100	48.33	6.93	13.03	4.70	5.90
4	Aceite de piñón formulado	30+60+60	50.66	6.92	13.08	4.70	6.05
5	Aceite de piñón formulado	40+80+80	52.43	7.35	13.15	5.35	6.70
6	Aceite de piñón formulado	50+100+100	50.69	7.22	13.70	5.28	6.80
7	Aceite de higuera formulado	30+60+60	54.54	7.35	13.73	5.13	6.65
8	Aceite de higuera formulado	40+80+80	48.93	7.22	13.93	5.65	7.28
9	Aceite de higuera formulado	50+100+100	42.70	5.89	11.75	4.00	4.88
10. testigo 1	pendimentalina + paraquat aloxifop metil R	4+4 0,6	58.21	9.53	15.33	8.18	11.70
11. testigo 2	Deshierbas manuales	(Tres o más)	47.26	7.88	13.93	5.33	6.95
12. testigo 3	Enmalezado todo el ciclo	-	41.44	4.90	9.28	2.55	3.23

dds = días después de la siembra



Referencias bibliográficas

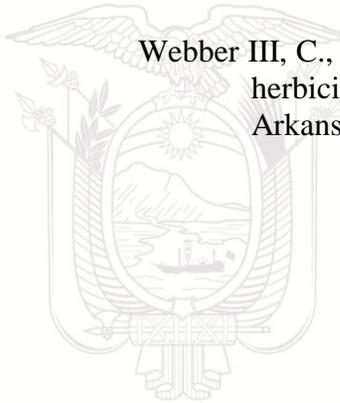
- Agrobio, (2017). “Cultivos agrícolas que permiten controlar malezas”. Septiembre 13, 2017, de Agrobio México Sitio
web: <http://www.agrobiomexico.org.mx/aplicaciones/>
- ALAM. (1974). Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. P. 6 -12. Resumen del panel sobre Métodos para la Evaluación de Ensayos en Control de Malezas en Latinoamericana. II. Congreso de ALAM. Cali, Colombia.
- Aslani, M., Maleki, M., Mohri, M., Sharifi, K., Najjar-Nezhad, V. y Afshari, E. (2007). Castor vean (*Ricinus Communis*) Toxicosis in a sheep flock. *Toxicon*, 49(3), 400-406. Doi: 10.1016/j.toxicon. 2006.10.010
- Coffman, C., Radhakrishnan, J., Teasdale, J. (2004). Vinagre de ervas daninhas gestão em milho e soja. Anais da Ciência Weed Nordeste Societ.
- Comité Consultivo Internacional del Algodón (ICAC).(2017). Consultado 12-06-2018. Disponible en:
<http://www.asajasevilla.es/noticias/algodon/item/1092-la-superficie-mundial-de-algodon-alcanzara-31-3-millones-de-hectareas.html>
- Da Costa, M., Plentz, S. y Meneghetti, M. (2010). Biodiesel production by athanolysis of mixed castor and soybean oils. *Fuel* 89(12), 3791-3794. Doi: :10.1016/j.fuel.2010.07.016
- Devappa, R.K., Makkar, H.P.S, Becker, K., (2010). Nutritional, biochemical, and pharmaceutical potential of proteins and peptides from *Jatropha*: review. *J. Agric. Food Chem.* 58, 6543–6555.
- Devappa, R.K., Makkar, H.P.S., Becker, K., (2011). *Jatropha diterpenes*—a Review. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 88, 301–322.
- Evans, G., Bellinder, R., y Hahn, R. (2011). Integration of Vinegar for In-Row Weed Control in Transplanted Bell Pepper and Broccoli. *Weed Technology* 25: 459-465.
- FIRA (2017). Panorama Agropecuario, Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Algodón 2017. 22p. Consultado 15 de oct. 2018. Disponible en: https://documentop.com/algodon-2017-fira_5a0bef2d1723ddf4bef.html
- FRANS, R. (1972). Measuring plant responses. In: WILKINSON, R. Research Method in *Weed Science*. Souther Weed Sci. Soc. pp 27-41.
- Haas, W., Strek, H., Mittelbach, M., (2002). Novel 12-deoxy-16-hydroxyphorbol diesters isolates from the seed oil of *Jatropha curcas*. *J. Nat. Prod.* 65, 1434–1440.



- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (2018). Informe Técnico Anual del Proyecto + Algodón INIAP-FAO. Estación Experimental Portoviejo-INIAP. 133p.
- Labrada R. (1992). Weed Management- a component of IPM. Proceedings, International Workshop "Weed Management of Asia and the Pacific Region", IAST (Taegu, Korea) FAO, Special supplement No.7 pp 5-14.
- Makkar, H.P.S., Martinez Herrera, J., Becker, K., (2008). Variations in seed number per fruit, seed physical parameters and contents of oil, protein and phorbol ester in toxic and nontoxic genotypes of *Jatropha curcas*. *J. Plant Sci.* 3, 260–265.
- Makkar, H.P.S., Maes, J., De Greyt, W., Becker, K., (2009). Removal and degradation of phorbol esters during pre-treatment and transesterification of *Jatropha curcas* oil. *J. Am. Oil Chem. Soc* 86, 173–181.
- Mendiburu, F. (2017). Agricolae tutorial versión (1.2-8). 85 p. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/agricolae/vignettes/tutorial.pdf>
- Montero, S. (2014). Utilização do vinagre triplo na dessecação de aveia preta em istema de plantio direto de milho orgânico. Minas Gerais, Brasil: Universidade Federal de Viçosa. https://www.researchgate.net/publication/324164176_Estudio_del_impacto_en_el_control_natural_de_malezas_a_partir_del_vinagre
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (2018). Tosagua sobreviven los últimos algodóneros. *El Comercio. Ec.* 21 08: Disponible en <https://www.elcomercio.com/actualidad/tosagua-ultimos-algodoneros-eljuncal-ecuador.html>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2018^a). Curso de autoaprendizaje “Estrategias de fortalecimiento del sector algodónero para el desarrollo de la agricultura familiar”: Unidad 1. Tendencias y perspectivas regionales y globales del sector algodónero. 55 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2018b). El cultivo del algodón casi ha desaparecido en Ecuador. *La Hora. Ec.* 11 02: Disponible en: <https://lahora.com.ec/zamora/noticia/1102135010/el-cultivo-del-algodon-casi-ha-desaparecido-en-ecuador->
- Perrin, R., D. Winkelman, E. Moscardi, y J. Anderson. (1976). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT, México DF, MEX. 86p.



- Pujisiswanto, H. et al. (2009). Effect of acetic acid as pre-plant herbicide on Maize germination. Pakistán: ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324164176Estudio_del_impacto_en_el_control_natural_de_malezas_a_partir_del_vinagre
- Sión, F. (1992). Manual del Cultivo del Algodón. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Portoviejo, Ecuador: INIAP Estación Experimental Portoviejo
- Vanegas, N. (1988). Elaboración de vinagre de banano e identificación de bacterias acéticas. Tesis de pregrado. Doctora en bioquímica y farmacia. Cuenca, EC, Universidad de Cuenca. 86p. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/8100>
- Webber III, C., y Shrefler, J. (2006). Vinegar as a burn-down herbicide: Acetic acid concentrations, application volumes, and adjuvants. 2005 Vegetable Weed Control Studies, Oklahoma State University, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Horticulture and Landscape Architecture. Stillwater, OK. 162: 29-30.



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

Actividad 5.6. Establecimiento de un lote de producción 0,5 ha de semilla artesanal de algodón de la variedad DP-Acala 90.

Responsables

Dr. Ernesto Cañarte Bermúdez (Responsable del DNPV-Entomología)



Ing. Rafael Sotelo (Técnico FAO-INIAP)

Colaboradores: Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico FAO-INIAP)

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología)

Ing. Antonio Pinargote B. (Técnico de campo-Entomología)

Otros colaboradores

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

Ing. Wimper Rodríguez (FAO-Pedro Carbo).

Objetivo

Producir 0,5 ha de semilla artesanal de algodón de la variedad DP-Acala 90

Ubicación

En agosto de 2019 fue establecido un lote de producción de semilla artesanal de la variedad DP-Acala 90, de 0,5 ha, 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, con las siguientes características adafoclimáticas:

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.

Labores de campo

Se realizó la preparación mecanizada del suelo, mediante un pase de arado y dos pases de rastra, para luego surcar a un metro de separación. La siembra se efectuó de forma manual, utilizando la variedad comercial de algodón DP-Acala 90, obtenida de la campaña 2018. Se colocaron tres semillas por sitio a un distanciamiento de 1m entre surcos por 0,30 m entre plantas, y luego de 15 días se raleó a una planta por sitio, con lo que se obtuvo una población 33.333 plantas /ha. La semilla fue tratada con Vitavax (3 g/kg de semilla) y con thiodicarb + imidacloprid (25mL/Kg de semilla), inmediatamente después de la siembra se realizó una aplicación herbicidas en pre-emergentes (pendimentalina 10mL/L agua) y 24 dds se aplicó en post-emergencia (Verdict 1.5ml/L agua). Se utilizó el sistema de riego por gravedad, realizando los riegos en función del requerimiento y condiciones ambientales, habiendo sido necesario efectuar 12 riegos (aproximadamente 600 mm) de agua hasta los 120 días después de la siembra. Se efectuaron tres deshieras manuales a los 40, 70 y 100 dds. A los 20 dds se aplicó en “drench” el insecticida thiametoxam (1mL/L agua). Basado en los monitoreos periódicos de los principales artrópodos-plaga, se realizaron cinco controles fitosanitarios generales a los 30, 50, 60, 93 y 120 dds, cipermetrina (1,5 mL/L agua), lambda cihalotrina + thiametoxam (1mL/L agua), Neem (5 mL/L agua),



thiametoxam (1 mL/L agua) y lambda cihalotrina + thiametoxam (1mL/L agua), respectivamente. Adicionalmente, debido a problemas con hongos del suelo en ciclos pasados, se consideró necesario preventivamente, realizar dos aplicaciones de los fungicidas benomil (3g/L agua) e iprodione (2g/L agua), a los 25 y 35 dds. Basado en el análisis de suelo se fertilizó utilizando Urea (45 kg/ha) a los 15 dds y YaraMila® (158 kg/ha) a los 45 dds. Debido a la intensa competencia por efecto de la maleza *Cyperus rotundus* en gran parte del lote, que limitó el crecimiento de la planta, sólo se realizó una aplicación de regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat (0,5 mL/L agua), a los 60 dds.

Resultados

Hasta la fecha, se han cumplido con todas las labores requeridas por el cultivo, estando a la espera de la cosecha, programada para las primeras semanas del mes de febrero de 2020, esperando cosechar capullos limpios y en forma gradual a su madurez, usando para esto sacos de algodón.

Actividad 5.7. Realizar de eventos de capacitación dirigidos a productores, técnicos, estudiantes y demás interesados en la actividad algodonera.

- Durante el primer trimestre de 2019, se realizaron con el apoyo logístico de la FAO, el curso teórico-práctico “Manejo Integrado del Cultivo de Algodón”, en dos provincias del Ecuador. Un primer evento en la localidad de Jerusalén del cantón Pedro Carbo-Guayas, realizado el 25 de enero de 2019, donde participaron 18 productores algodoneros, siendo cinco de ellos mujeres y un segundo evento en el cantón Tosagua, el 29 de enero, participando 10 productores algodoneros de las localidades El Polvar, El Tambo, km 21, Tosagua, Km 20, El Juncal y La Atravesada, de los cuales tres eran mujeres.

- En el segundo trimestre, en fecha 25 de abril de 2019, se recibió la visita del Sr. John Preissing, Representante de la FAO en Ecuador, que tuvo como finalidad, observar los avances de resultados de las investigaciones que se encuentra realizando el INIAP en el tema algodón, como apoyo al proyecto +Algodón. Mismo que estuvo acompañado de la Ing. Johanna Flores, Oficial de Programas de FAO-Ecuador, David Suarez, Coordinador Nacional del Proyecto +Algodón Ecuador y Frank García, punto focal del MAG en Manabí.

- Así mismo, en fecha 13 de mayo de 2019, se recibió la visita de la Ing. América Gonzales, Coordinadora Nacional del Proyecto +Algodón de Paraguay. Se realizó un recorrido por el área experimental de algodón ubicado en el Lote Teodomira de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP. La Ing. Gonzales, intercambió con investigadores de la EEP las lecciones aprendidas de la implementación del proyecto en Paraguay, realizando una analogía con lo observado en Ecuador.

- El equipo técnico del Proyecto algodón INIAP-FAO, recibió una capacitación sobre el cultivo de algodón, dictado por la Ing. América Gonzales, el 14 de mayo de 2019.

- Auspiciado por el proyecto de Cooperación Sur-Sur Trilateral GCP/RLA/199/BRA, el Ing. Rafael Sotelo (técnico del Proyecto +Algodón INIAP-FAO), participó como asistente



a un curso sobre el picudo del algodón *Anthonomus grandis*, realizado en julio de 2019 en la ciudad de Brasilia-Brasil.

- En fecha 07 de agosto de 2019, se recibió a la misión de seguimiento del proyecto +Algodón, con la finalidad de realizar una visita a la Unidades de validación de la EEP, por parte de la FAO RLC y ABC, con motivo de la II REUNIÓN DE COMITÉ DE ACOMPAÑAMIENTO AL PROYECTO PAÍS ECUADOR (CAP). Estuvieron presentes Cecilia Malaguti (Representante de ABC/MRE-Brasil), Mónica Noletto (Miembro ABC/MRE –BRA-Brasil), María Eugenia Zotto (Miembro Embajada de Brasil), Joao Intini (Miembro FAO-Chile), Adriana Gregolin (Miembro FAO-Chile), Francisco Jean (Miembro EMPAER-Brasil), Ricardo Pereira Farías (Miembro EMPAER-Brasil), Agustín Zimmermann (Representante FAO-Ecuador), David Suarez (Coordinador del Proyecto +Algodón Ecuador FAO), Sandro Vera (Director Distrital MAG Manabí), Frank García Pino (Punto Focal del proyecto MAG-Manabí), Jaime Baque (Miembro del MAG), Rafael Sotelo (Proyecto +Algodón FAO), Wimper Rodríguez (Miembro FAO), Eddie Zambrano (Director de la Estación Experimental Portoviejo), Bernardo Navarrete (Investigador/Entomología EEP), Andrea Álava (Responsable de Planificación y Gestión Estratégica EEP), Benny Avellan (Responsable NTC EEP), Geover Peña (Responsable Café y Cacao EEP) y Ernesto Cañarte (Punto Focal del Proyecto +Algodón Ecuador/Responsable del Departamento de Entomología EEP). Se realizó una exposición del Dr. Ernesto Cañarte sobre los avances de las investigaciones realizadas por el INIAP-EEP durante el primer año del proyecto. Posteriormente se efectuó una visita al campo experimental de algodón, ubicado en el Lote Teodomira de la EEP, donde se expusieron y evidenciaron los principales resultados encontrados hasta el momento. La comisión quedó gratamente impresionada por los esfuerzos de la Estación Portoviejo en el desarrollo de este rubro.

- En el marco del Proyecto de Cooperación Sur-Sur Trilateral GCP/RLA/199/BRA “Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar”, el suscrito, como Miembro del Comité Técnico del Proyecto +Algodón y el Ing. Rafael Sotelo (INIAP-FAO), participaron en la revisión del POA-2019 del proyecto, realizado en la ciudad de Portoviejo en fecha 08 de agosto de 2019. Asistieron a este evento, además los miembros la Misión de Brasil, delegados del MAG, Universidad Técnica de Manabí, FAO, Embajada de Brasil y productores algodoneiros de Tosagua y Pedro carbo. Finalmente se realizaron las modificaciones necesarias al POA del periodo 2019-2020.

- Otra actividad realizada en el marco de este proyecto, fue el día de campo de algodón “Manejo Integrado del Cultivo de Algodón en Ecuador”, efectuado el 15 de agosto de 2019, en el área experimental de la Teodomira, en la Estación Experimental Portoviejo. Este evento fue organizado por el DNPV-Entomología de la EEP y contó con la participación y apoyo logístico y financiero de la FAO. Se crearon cuatro estaciones en el campo, que correspondieron a: Estación 1: manejo integrado del cultivo de algodón (Ernesto Cañarte, Alma Mendoza). Estación 2: Grupos funcionales de artrópodos asociados a algodón (Bernardo Navarrete, Rafael Sotelo), Estación 3: (Banco de Germoplasmas del algodón (Geover Peña, Marjorie Asanza, Eddie Zambrano) y Estación 4 Cosecha y Postcosecha de



Algodón (Wimper Rodríguez-FAO, Jhonny Malleza-MAG, Ramón Solorzano-INIAP). Tuvimos la participación de 156 asistentes, distribuidos en productores algodoneiros de Tosagua (42), productores algodoneiros de Pedro Carbo (32), técnicos Funalgodon (6), MAG (18), GAD (2), profesores universitarios (12), alumnos universitarios (3), investigadores-EEP (17), FAO (5) y personal de apoyo-EEP (19). El día de campo rebasó las expectativas de asistencia y participación de los actores presentes, comprometidos con el cultivo de algodón.

- Ernesto Cañarte (Punto Focal del Proyecto +Algodón Ecuador), participó en el 12º Congreso Brasileño de Algodón (CBA-2019), realizado en la ciudad de Goiânia/Goiás, Brasil, del 27 al 29 de agosto de 2019. Se presentó el poster, titulado “Respuesta de la variedad de algodón BRS-336 a un programa de manejo bajo las condiciones de Manabí-Ecuador”. Además, participe como asistente en seis conferencias magistrales y cinco charlas temáticas sobre la problemática del algodón. Tuve la oportunidad de participar de una reunión de trabajo con investigadores de la Embrapa-Brasil, además de técnicos de Colombia, Paraguay, Bolivia, Argentina, Perú y Ecuador, cuya temática fue la presentación de un prototipo de cosechadora de algodón de una línea, con la finalidad de que sea replicada en los países del proyecto +Algodón. Así mismo participe en la presentación y análisis del tema “better cotton”, que busca promover un algodón más justo. Finalmente el evento se realizó, cumpliendo los estándares internacionales, logrando contar con la participación de 2400 asistentes. El objetivo se cumplió a satisfacción.

El equipo del proyecto participó en el CURSO-TALLER SOBRE EXPERIENCIAS EN MANEJO SOSTENIBLE DE ALGODÓN PARA LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA Y EN EL USO DE LA COSECHADORA DE MOCHILA, realizado los días 17 y 18 de septiembre del presente en Portoviejo, como parte de la misión de EMPAER a Ecuador en el marco del Proyecto +Algodón, donde el INIAP es punto focal. Los asistentes al evento fueron técnicos del MAG, INIAP, FUNALGODON, estudiantes de la UTM, profesores de la ESPAM-MFL. Los expositores fueron el Zootecnista Ricardo Pereira (EMPAER) y el Ing. Carlos Felipa (Proyecto +Algodón Perú). Los temas tratados por el Ing. Pereira fueron: Introducción al manejo agroecológico del algodón; Manejo agroecológico del cultivo de algodón. Experiencia de EMPAER en Paraíba; Bio insumos para el manejo de algodón. Experiencia de EMPAER en Paraíba. Mientras que el Ing. Felipa abordó los siguientes temas: Diseño de una planta de algodón; Introducción al uso de los reguladores de crecimiento en el algodón; Manejo integrado de plagas. Experiencia Proyecto +Algodón Perú; Fertilización del algodón. Experiencia Proyecto +Algodón Perú. Además en la tarde del día 18 de septiembre, se realizó en los experimentos de algodón ubicados en los campos de la Teodomira de la EEP, una práctica sobre el funcionamiento de las máquinas cosechadoras de algodón.

Durante este 2019, el equipo del proyecto +Algodón, participó en los siguientes eventos de difusión técnico-científicos en la modalidad de presentación oral:

Cañarte, E.; Navarrete, B. y Sotelo, R. Gira de capacitación “Manejo Integrado de Plagas”, cultivo algodón. Estudiantes del V nivel del Instituto Superior Técnico Paulo Emilio Macías. 18/07/2019. (35 estudiantes).



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

Sotelo, R.; Navarrete, B. y Cañarte, E. 2019. Jornadas Técnico-Científicas INIAP Portoviejo 2019 “Generación de tecnologías para incrementar la productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí.”. 25 al 28 de noviembre de 2019. Modalidad presentación oral. Portoviejo-ECUADOR.

Actividad 5.8. Determinación de la eficacia de la cosechadora de algodón tipo “mochila” en el Valle del Río Portoviejo. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. 2019.

Responsable

Dr. Ernesto Cañarte Bermúdez (Responsable del DNPV-Entomología).

Ing. Rafael Sotelo (Técnico FAO-INIAP)

Colaboradores: Equipo multidisciplinario del proyecto

Dr. Ernesto Cañarte (Entomología)

Ing. Rafael Sotelo (Técnico FAO-INIAP)

M.Sc. Bernardo Navarrete (Entomología)

Ing. Antonio Pinargote B. (Técnico de campo (Entomología))

Otros colaboradores

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

Ing. Wimper Rodríguez (FAO-Pedro Cabo).

Ubicación

La presente investigación, se realizó en el experimento “Estudio del comportamiento adaptativo de la variedad de algodón BRS-336 introducida de Brasil en dos densidades poblacionales y un régimen de control fitosanitario en el valle del Río Portoviejo”, establecido en el periodo lluvioso, en fecha 13 de febrero de 2019, 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. Programa de manejo

Programa 1: Tecnología INIAP

Programa 2: Testigo del productor (control)

Factor B. Variedad

Variedad 1: BRS-336

Variedad 2: DP-Acala 90

Factor C. Tipo de cosecha

1. Manual

2. Mecánica (mochila)

Unidad experimental

Cada parcela tuvo un área de 12 m² (2 x 6 m), con un distanciamiento 1 x 0,2 m, una planta por sitio y 50.000 pl/ha. En esta área se realizó la práctica de cosecha para este estudio.

Tratamientos

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

Trat.	Nomenclatura	Programa	Variedad	Tipo de cosecha
1	A1 B1C1	Tecnología INIAP	BRS-336	Manual
2	A1 B1C2	Tecnología INIAP	BRS-336	Mecánica
3	A1 B2C1	Tecnología INIAP	DP-Acala 90	Manual
4	A1 B2C2	Tecnología INIAP	DP-Acala 90	Mecánica
5	A2 B1C1	Testigo del productor (control)	BRS-336	Manual
6	A2 B1C2	Testigo del productor (control)	BRS-336	Mecánica
7	A2 B2C1	Testigo del productor (control)	DP-Acala 90	Manual
8	A2 B2C2	Testigo del productor (control)	DP-Acala 90	Mecánica

Diseño experimental y análisis de datos

Se utilizó un Diseño Factorial AxBxC con tres repeticiones. Se analizó los datos mediante estadística paramétrica (Montgomery, 1984). Para la separación de medias, se aplicó la prueba de significación de Tukey (0,05). Se utilizó el Software estadístico InfoStat versión 1.0 (InfoStat, 2016).

Manejo específico del experimento

El material de siembra correspondió a la variedad BRS-336, introducida del EMBRAPA-Brasil, en noviembre de 2018 y la variedad comercial DP-Acala 90, obtenida del área experimental de algodón del INIAP en la campaña 2018.

El programa de tecnología INIAP, involucró básicamente la fertilización a base de Urea (26 kg) a los 15 dds y la mezcla de Urea (3,48 kg) + Yaramilla (15 kg), a los 45 dds, así

como la aplicación de regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat, a los 40 dds (0,5 mL/L agua), 60 dds (1,5 mL/L agua) y 70 dds (2mL/L agua). La parcela control no recibió fertilización ni regulador de crecimiento.

La siembra se realizó manualmente. Toda la semilla fue tratada con Vitavax (3 g/kg de semilla) y con thiodicarb + imidacloprid (25mL/Kg de semilla), inmediatamente después de la siembra se realizó una aplicación herbicidas en pre-emergentes (pendimentalina 10mL/L agua) y 24 dds se aplicó en post-emergencia (Verdict 1.5ml/L agua) + una deshierba manual a los 44 dds. A los 17 dds se aplicó en “drench” el insecticida thiametoxam (1mL/L agua). En base al monitoreo de los principales artrópodos-plaga, fue necesario efectuar tres controles fitosanitarios en todo el experimento, a los 57, 83 y 97 dds, utilizando clorpirifos (2 mL/L agua), lambda cihalotrina + thiametoxam (1mL/L agua) y Neem (5 mL/L agua). Finalmente fue necesario preventivamente, realizar tres aplicaciones de los fungicidas benomil (3g/L agua), iprodione (2g/L agua) y penta hidratado de cobre (1 mL/L agua), a los 35, 37 y 41 dds.

Resultados

Los datos de cosecha se registraron a los 200 dds y se tomó como muestra un solo pase de cosecha. En la Tabla 35, se presentan los valores promedios de las variables de respuesta consideradas para determinar la eficiencia de la cosechadora de algodón tipo “mochila” motorizada, en los tres factores en estudio. Con relación a la altura de planta (m), se observó que sólo hubo diferencias estadísticas significativas en el factor tecnología, debido a la aplicación de regulador de crecimiento, presentando la parcela control una extrema altura promedio (2,73 m) (Tabla 35). Con relación a la producción de motas entre los factores, el ADEVA estableció únicamente diferencias significativas entre las variedades consideradas para este estudio, alcanzando un mayor valor promedio la variedad DP-Acala 90.

Cuando analizamos el tiempo (min.) empleado para la cosecha de algodón en rama, en función de los factores en estudio, se aprecia que sólo hubo diferencias estadísticas significativas en el factor tipo de cosecha, siendo más eficiente el tiempo, cuando se utilizó la cosechadora mecánica tipo “mochila”, empleándose 38,67 min. en el área de 12 m² delimitada para este estudio, diferente a los 52,17 min. (Tabla 35), que se requirieron en la cosecha manual, lo cual representa una reducción del 26% del tiempo requerido para cosechar un área determinada. Resulta interesante resaltar que no obstante, haberse determinado diferencias significativas en la altura de planta y la cantidad de mota entre variedades, estos factores no influyeron significativamente en el tiempo requerido por cada técnica de cosecha (Tabla 35). Hubo respuesta del peso cosechado de algodón en rama (kg/parcela), a los tres factores estudiados, destacándose significativamente la cosecha manual, con la cual se obtuvo un mayor peso cosechado (3,78 kg) en comparación con los 3,34 kg alcanzados en la cosecha mecánica con la mochila (Tabla 35). Con relación a los otros factores destacaron estadísticamente por su mayor peso cosechado las parcelas con tecnología INIAP y la variedad introducida BRS-336 (Tabla 35).

El ADEVA, también estableció respuesta estadísticas significativas en las variables tiempo de cosecha y peso (kg/parcela), con la interacción de los tres factores en estudio (Tabla 36). Con relación al tiempo (min.) empleado en la cosecha, los resultados de la interacción



confirman la influencia del tipo de cosecha, tal como se describió anteriormente, ya que en las dos interacciones que se destacaron significativamente del resto, se utilizó la cosecha mecánica con la mochila (Tabla 36). Con relación al peso cosechado (kg), se pudo observar, que parcelas donde se interaccionan los tipos de cosecha (manual y mochila), con los otros factores (tecnología y variedad), comparten un mismo rango significativo, presentando los mejores peso de algodón cosechado en kg/parcela (Tabla 36), separándose en otro rango significativo, únicamente las interacciones de la variedad DP-Acala 90, con la tecnología del productor (control) y los dos tipos de cosecha (manual y mochila), que presentaron los menores pesos de algodón en rama cosechados (Tabla 36).

Tabla 35. Valores promedios de las variables de respuesta consideradas para determinar la eficiencia de la cosechadora de algodón tipo mochila motorizada, bajo tres factores en estudio. Estación Experimental Portoviejo-INIAP, 2019.

Factor en estudio	Altura de planta (m)	Mota/planta (No.)	Tiempo de cosecha (min)	Gasto de combustible (mL)	Peso (kg)
Programa de manejo					
1. Tecnología INIAP	1,89 b	27,08	41,75	194,58	3,78 a
2. Testigo del productor (control)	2,73 a	23,5	49,08	226,67	3,33 b
<i>P</i>	<0,0001 *	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,0272 *
Variedad					
1. BRS-336	2,29	22,58 b	46,17	221,25	3,8 a
2. DP-Acala 90	2,34	28 a	44,67	200	3,32 b
<i>P</i>	<i>ns</i>	0,0242 *	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,019 *
Tipo de cosecha					
1. Manual	2,34	26,08	52,17 a	0 b	3,78 a
2. Mecánica (mochila)	2,29	24,5	38,67 b	421,25 a	3,34 b
<i>P</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,0142 *	<0,0001 *	0,0325 *
CV	8,03	20,93		37,87	

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

Tabla 36. Valores promedios de las variables de respuesta consideradas para determinar la eficiencia de la cosechadora de algodón tipo mochila motorizada, bajo la interacción de tres factores en estudio. Estación Experimental Portoviejo-INIAP, 2019.

Interacción	Factores en estudio			Variables respuesta	
	Programa	Variedad	Tipo de cosecha	Tiempo de cosecha (min)	Peso (kg)
A1 B1C1	Tecnología INIAP	BRS-336	Manual	45,42 a	3,75 a
A1 B1C2	Tecnología INIAP	BRS-336	Mecánica	40,25 a	3,88 a
A1 B2C1	Tecnología INIAP	DP-Acala 90	Manual	54,25 a	4,12 a
A1 B2C2	Tecnología INIAP	DP-Acala 90	Mecánica	27,08 b	3,38 a



A2 B1C1	Testigo del productor (control)	BRS-336	Manual	60,42 a	4,28 a
A2 B1C2	Testigo del productor (control)	BRS-336	Mecánica	38,58 b	3,28 a
A2 B2C1	Testigo del productor (control)	DP-Acala 90	Manual	48,58 a	2,95 b
A2 B2C2	Testigo del productor (control)	DP-Acala 90	Mecánica	48,75 a	2,82 b
P				0,0392 *	0,0325 *
CV				26,26	12,66

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

Conclusiones

La cosechadora mecánica tipo “mochila”, fue más eficiente en el tiempo requerido para la cosecha de algodón, en comparación con la cosecha manual, lográndose una reducción del 26% del tiempo requerido para esta labor. No obstante, fue con la cosecha manual se obtuvo un mayor volumen de cosecha.

Recomendaciones

Serán necesario nuevos y específicos experimentos para determinar la eficiencia de esta cosechadora tipo “mochila”, como alternativa a la reducción de los costos de producción del algodón.

Proyectos/Actividades EXTRAPOA 2019

Proyecto 1. 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 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 y arroz 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 y arroz.

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.

Este proyecto cuenta con el correspondiente permiso del Ministerio del Ambiente (MAE), para la 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 2108, 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

Durante este año 2019, el DNPV-Entomología de la Estación Experimental Portoviejo, tenía como compromiso en este proyecto, concluir con las colectas de larvas de *Spodoptera* spp. presentes en plantas de arroz, en la zona baja del canton Rocafuerte-Manabí.

Procedimiento

La recolección de larvas de *Spodoptera* spp., se realizó considerando la zona de mayor producción de arroz en Manabí. 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. El muestreo de larvas se lo realizó a nivel de semilleros de arroz, debido a que es la fase más vulnerable del cultivo, resentándose la plaga con mayor incidencia. Se consideraron para la recolecta, larvas en instares intermedios (L3-L4) (CIAT, 2001). Las larvas se ubicaron de forma individual en microtubos de 2.0 mL con tapa rosca, conteniendo alcohol 96%, que fueron transportados en primera instancia hasta el laboratorio de Entomología de la EEP.

En laboratorio se procedió a clasificar y preparar las larvas de *Spodoptera* spp. para su posterior envío al laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC). Para el reconocimiento de larvas L3 y L4 de *Spodoptera* spp. se consideraron características morfológicas como las bandas en área frontal de la cabeza, escleritos dorsales en segmentos abdominales (A1-A10), mapas setígeros, espiráculos, pseudopatas abdominales y anales con las diferentes posiciones de los crochets (Peterson, 1962; Wagner et al., 2011).

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°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 05 y 31 de julio, cinco recolectas en la zona baja del canton Rocafuerte en la provincia de Manabí, ubicadas en altitudes entre 14 y 18 msnm y en las siguientes coordenadas (Tabla 37). Las larvas fueron recolectadas en tres semilleros con superficie entre 0,20 a 0,25 ha y dos plantaciones con siembra directa de 1 y 2 ha, utilizándose como único material, semilla artesanal de la variedad INIAP 11. Para la preparación del suelo se utiliza el fangueo (Tabla 38).

Considerando que *Spodoptera* spp. en arroz afecta preferentemente en fase de semillero o etapa inicial de establecimiento en siembras directas, el 100% de las plantas tenían entre 21 y 25 días de siembra. Cuando evaluamos la infestación de *Spodoptera* spp. se determinó que entre los tres semilleros seleccionados, la infestación estuvo entre 16,67% y un máximo de 66,67%. Mientras que en las dos plantaciones con siembra directa, se registró entre un 6 y 16% de infestación de *Spodoptera* spp. Esto dio como resultado una media de infestación de *Spodoptera* spp. en la zona baja de Rocafuerte de 31.73% (Tabla 39). Debido a que las plantaciones de arroz están en zonas aisladas, no fue posible entrevistarse directamente con los propietarios, pudiendo solo en algunos casos, obtener cierta información de parte de los obreros de campo, que desconocían algunos aspectos importantes del manejo del cultivo, como ciclos de producción, rotación, frecuencia de la plaga, manejo fitosanitario, entre otros, razón por la cual no se presenta información al respecto en las tablas 38 y 39.

Con relación a las recolectas, fueron capturadas en total 119 larvas de *Spodoptera* spp. (Tabla 39), que fueron conservadas en refrigeración, para luego ser trasladadas hasta el laboratorio de Entomología de la EESC. Se tramitó el correspondiente permiso de movilización de muestras ante el MAE provincial, siendo autorizado mediante Oficio Nro. MAE-CGZ4-DPAM-2019-1666-O, de fecha 23 de agosto de 2019. Las larvas fueron enviadas hasta la EESC en fecha 03 de septiembre de 2019 y desde ahí serán remitidas en recipientes plásticos sin alcohol, 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.

Conclusiones





Es necesario esperar la identificación genética a realizarse durante el 2020, para establecer la diversidad presente, el origen de sus poblaciones y grado de asociación entre *Spodoptera frugiperda* en los cultivos de maíz y arroz.

Recomendaciones

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





Tabla 37. Puntos de recolectas de larvas en cinco plantaciones de arroz cultivado en el canton Rocafuerte-Manabí, en el proyecto “Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Ecuador. 2019.

Cód.	Fecha	Nombre del productor	Provincia	Cantón	Parroquia	Sitio/ Comunidad	Georreferencia	Altitud (msnm)
1	05/07/2019	Richard Moreira	Manabí	Rocafuerte	Rocafuerte	El Pueblito	00°45'759"S/80°29'160"W	17
2	05/07/2019	Jorge Mendoza	Manabí	Rocafuerte	Rocafuerte	El Pueblito	00°45'759"S/80°29'160"W	17
3	05/07/2019	Jhonny Delgado	Manabí	Rocafuerte	Rocafuerte	Puerto Cañitas	00°54'227"S/80°29'434"W	18
4	31/07/2019	Junior Molina	Manabí	Rocafuerte	Rocafuerte	Las Peñas	00°05'775"S/78°29'037"W	14
5	31/07/2019	Tito Muñoz	Manabí	Rocafuerte	Rocafuerte	Pueblito	00°54'459"S/80°29'203"W	18

Tabla 38. Características de los cinco puntos de recolectas de larvas en plantaciones de arroz cultivado en el cantón Rocafuerte-Manabí, en el proyecto “Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Ecuador. 2019.

Cód.	Cantón	Sitio/ Comunidad	Superficie (ha)	Material	Tipo de semilla	Preparación del terreno	Ciclos/año	Rotación de cultivo
1	Rocafuerte	El Pueblito	0,25 ¹	INIAP-11	Artisanal	Mecanizado (fanguero)	-	-
2	Rocafuerte	El Pueblito	0,20 ¹	INIAP-11	Artisanal	Mecanizado (fanguero)	-	-
3	Rocafuerte	Puerto Cañitas	0,25 ¹	INIAP-11	Artisanal	Mecanizado (fanguero)	-	-
4	Rocafuerte	Las Peñas	2,00 ²	INIAP-11	Artisanal	Mecanizado (fanguero)	-	-
5	Rocafuerte	Pueblito	1,00 ²	INIAP-11	Artisanal	Mecanizado (fanguero)	-	-

1. Área de semillero

2. Siembra directa

- No se pudo contactar con el productor para consultarle.

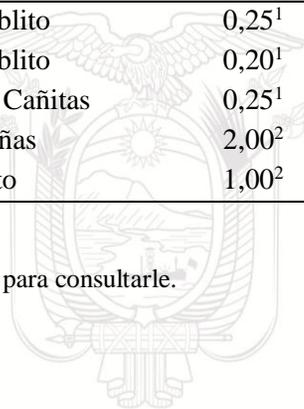




Tabla 39. Resultados de la recolecta de larvas de *Spodoptera* en cinco plantaciones de arroz cultivado en el cantón Rocafuerte-Manabí, en el proyecto “Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Ecuador. 2019.

Cod.	Fecha	Cantón	Sitio/Comunidad	Edad	Infestación (%)	Presencia de <i>Spodoptera</i> todo los años	Incremento del control de <i>Spodoptera</i>	# de larvas
1	05/07/2019	Rocafuerte	El Pueblito	21 días	66,67	-	-	46
2	05/07/2019	Rocafuerte	El Pueblito	25 días	53,33	-	-	57
3	05/07/2019	Rocafuerte	Puerto Cañitas	21 días	16,67	-	-	3
4	31/07/2019	Rocafuerte	Las Peñas	24 días	6,00	-	-	6
5	31/07/2019	Rocafuerte	Pueblito	21 días	16,00	-	-	7
					X = 31.73			∑ 119

Colector: Cañarte, E.; Navarrete, B., Antonio Pinargote B.

-- No se determinó

- No se pudo contactar con el productor para consultarle



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, Santa Elena, Loja y El Oro.

http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/estimacion_superficie_arroz_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

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

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 lambda-cyhalothrin. 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.

