



MINISTERIO DE AGRICULTURA
Y DESARROLLO RURAL

Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario

Rostros y rastros de investigación: el aporte de la investigadora Fulvia García Roa a la innovación en el sector agropecuario colombiano

Edición especial dedicada al control biológico

Fulvia García Roa

Liliana Rojas Álvarez

Takumasa Kondo

Dubert Yamil Cañar Serna

Leidy Patricia Tibaduiza Castañeda

AGROSAVIA
EDITORIAL



MINISTERIO DE AGRICULTURA
Y DESARROLLO RURAL

Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario

**Rostros y rastros de investigación:
el aporte de la investigadora
Fulvia García Roa a la innovación en el
sector agropecuario colombiano
Edición especial dedicada al control biológico**

Fulvia García Roa
Liliana Rojas Álvarez
Takumasa Kondo
Dubert Yamil Cañar Serna
Leidy Patricia Tibaduiza Castañeda

AGROSAVIA
EDITORIAL

Mosquera, Colombia, 2022

Rostros y rastros de investigación: el aporte de la investigadora Fulvia García Roa a la innovación en el sector agropecuario colombiano. Edición especial dedicada al control biológico. / Fulvia García Roa [y otros cuatro]. Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2022.

88 páginas – (Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario)

Incluye referencias bibliográficas, fotografías y gráficos.

ISBN e-Book: 978-958-740-606-1

1. Innovación agrícola 2. Investigación agraria 3. Transferencia de tecnología 4. Control biológico 5. Medidas fitosanitarias 6. Control de plagas. I. García Roa, Fulvia II. Rojas Álvarez, Liliana III. Kondo, Takumasa IV. Cañar Serna, Dubert Yamil V. Tibaduiza Castañeda, Leidy Patricia.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la carrera 36A con calle 23. Código postal 763531, Colombia.
Centro de Investigación Tibaitatá. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá. Código postal 250047, Colombia.

Colección: Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario

Fecha de recepción: 3 de mayo de 2022

Fecha de evaluación: 9 de mayo de 2022

Fecha de aceptación: 25 de agosto de 2022

Publicado: diciembre de 2022

Preparación editorial

Editorial Agrosavia

editorial@agrosavia.co

Editora: Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Nathalie De la Cuadra N.

Diagramación: María Paula Berón Ramírez

Fotografías: Takumasa Kondo

Foto de la portada: *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (Hymenoptera: Vespidae). Depredador generalista que se alimenta de diferentes especies de insectos, incluyendo larvas de lepidópteros.

Citación sugerida: García Roa, F., Rojas Álvarez, L., Kondo, T., Cañar Serna, D. Y., & Tibaduiza Castañeda, L. P. (2022). *Rostros y rastros de investigación: el aporte de la investigadora Fulvia García Roa a la innovación en el sector agropecuario colombiano. Edición especial dedicada al control biológico*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7406061>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y de la información recogida en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Agradecimientos	11
-----------------	----

Presentación	13
--------------	----

Capítulo I

El surgimiento de una pionera	17
-------------------------------	----

Manejo integrado de plagas. “La famosa avispa <i>Trichogramma</i> de la que yo he escrito tanto”	22
---	----

Tomate	23
--------	----

Algodón	24
---------	----

Soya	25
------	----

Maíz y sorgo	26
--------------	----

Transferencia de tecnología. “Transferir es capacitar a otras personas”	28
--	----

Referencias	30
-------------	----

Semblanzas a la investigadora Fulvia García Roa	33
---	----

Capítulo II

Manejo biológico e integrado del minador de los cítricos: <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton	35
---	----

Control biológico y no convencional de la ortezia de los cítricos <i>Praelongorthezia praelonga</i> (Douglas) en cítricos	38
--	----

Referencias	41
-------------	----

Semblanzas a la investigadora Fulvia García Roa	43
---	----

Capítulo III

Evaluación de la efectividad de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, en el control del gusano cogollero (*Chloridea tergeminata*) y del gusano cachón (*Manduca sexta*), plagas defoliadoras del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) 45

Plagas del cultivo de tabaco 47

Pruebas de eficacia de Bacillus Agrogen WP para determinar su efectividad en el control de *Chloridea tergeminata* y *Manduca sexta* 49

Localidad de El Cabuyal en el municipio de Candelaria, Valle del Cauca 52

Localidad de San Carlos, Puerto Tejada, Cauca 57

Selectividad de Bacillus Agrogen WP hacia los agentes de control biológico natural de *Chloridea tergeminata* y *Manduca sexta* en tabaco 59

Referencias 60

Semblanzas a la investigadora Fulvia García Roa 61

Capítulo IV

Optimización de técnicas para el uso de *Trichogramma* spp. y *Bacillus thuringiensis* en cultivos 63

Técnicas para el manejo eficiente del parasitoide de huevos *Trichogramma* spp. en el manejo de plagas lepidópteras 64

Tecnología de liberación de *Trichogramma* spp. 66

Técnicas para optimizar la efectividad de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* en el control de plagas lepidópteras en cultivos 68

Referencias 72

Semblanzas a la investigadora Fulvia García Roa 75

Capítulo V

Aprendizajes y perspectivas de la experiencia de vida: lo que hay que decir respecto al manejo integrado de plagas	77
Semblanzas a la investigadora Fulvia García Roa	81
Perfil de los autores	83



Larva de una plaga conocida como el minador de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) dentro de una galería que ha producido en una hoja de naranja.



Adulto de un chinche asesino (Hemiptera: Reduviidae), insecto depredador generalista que ayuda a mantener las poblaciones de insectos plaga bajo control.

Lista de figuras

Figura 1	Línea de tiempo de la experiencia investigativa de Fulvia García Roa	18
Figura 2	Países visitados por Fulvia García Roa como transferidora en el continente americano	28
Figura 3	Evaluación de la eficacia de Bacillus Agrogen WP contra las plagas defoliadoras del tabaco, <i>Chloridea tergeminata</i> y <i>Manduca sexta</i> , después de las aplicaciones del producto biológico. El Cabuyal, Candelaria (Valle del Cauca)	56
Figura 4	Evaluación de la eficacia de Bacillus Agrogen WP contra las plagas defoliadoras del tabaco, <i>Chloridea tergeminata</i> y <i>Manduca sexta</i> , después de aplicar el producto biológico. San Carlos, Puerto Tejada (Cauca)	58

Lista de tablas

Tabla 1	Tratamientos y dosis de Bacillus Agrogen WP utilizados en el control de <i>Chloridea tergeminata</i> y <i>Manduca sexta</i>	50
----------------	---	----



Una avispa, *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (Hymenoptera: Vespidae),
sobre flor del algodoncillo, *Asclepias curassavica* (Apocynaceae).

Agradecimientos

A mis padres, a la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Palmira; a maestros y asesores científicos como Lázaro Posada Ochoa y Alberto Sánchez Potes, y a todas las personas e instituciones que compartieron conmigo la búsqueda de alternativas biológicas para el manejo de plagas en cultivos. Deseo destacar a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), que me dieron escuela y la oportunidad de investigar; asimismo, a productores de insumos biológicos, a Ricardo Alzate por su ayuda, a los editores de AGROSAVIA y al doctor Takumasa Kondo por la revisión científica del documento.

FULVIA GARCÍA ROA



El chinche asesino, *Arius gallus* (Stål, 1872) (Hemiptera: Reduviidae), depredador generalista de insectos plaga en diferentes cultivos.

Presentación

Relatar historias de vida de profesionales, investigadores y directivos del sector agropecuario como un factor de innovación es dimensionarlos como actores clave del sistema de innovación del agro colombiano. Esto tiene que ver, fundamentalmente, con la intención de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) de generar un proceso participativo que permita decantar aprendizajes y barreras derivadas de la contribución forjada, en este caso, por la investigadora Fulvia García Roa, quien además de ser una investigadora pionera en el sector agropecuario colombiano, aportó de manera significativa al manejo integrado de plagas (MIP), así como a focalizar la mirada en el productor, entre otros actores que colaboran en la producción de conocimiento.

Esta iniciativa se fundamenta en la puesta en marcha de acciones de sistematización (Becerra Campiño et al., 2018) que permitan generar memorias del accionar corporativo, entendiendo que el proceso en sí mismo corresponde a una metodología relacionada con la investigación cualitativa que, en este caso, se combina con herramientas como las historias de vida y técnicas como la cartografía social (Tibaduiza-Castañeda, 2021). Esto, con el fin de generar relatos a partir de encuentros conversacionales orientados a la reconstrucción crítica de la historia de vida en torno a la investigación y a las trayectorias asociadas a la configuración del quehacer o de la práctica y su significación en el contexto agropecuario. En palabras de Bruner (1991), relatos orientados a producir un concepto creado por la reflexión; es decir, que otorga significado a temas que se han considerado marginales. Asimismo, se ha realizado el acompañamiento para la actualización de los temas técnicos, y así se reafirmó su validez teórica en el contexto actual, sin abordar elementos propios de la narrativa ligada a la experiencia.

En este sentido, los ejes de sistematización identificados por García Roa se han referido, por un lado, a su trabajo en el MIP en sistemas productivos de tomate, algodón, soya, maíz y sorgo. De esta manera, profundizó en el manejo biológico de plagas en cítricos y tabaco, y en contextos cada vez más cercanos a procesos con actores que perfilaron el quehacer de la investigadora como transferidora y que fueron actualizados con el apoyo de investigadores vinculados a AGROSAVIA. Por otro lado, al hecho de aportar a la memoria del quehacer corporativo, desde las narrativas que surgen de reorientar la mirada que comúnmente está sobre los sistemas productivos y sus procesos hacia los investigadores.

Así, pues, lo que se quiere contar o evidenciar en esta publicación son los recorridos de vida de los investigadores, a partir de los cuales se forja la innovación y el cambio técnico del campo colombiano; es decir, poner rostro a los procesos investigativos y al liderazgo del agro colombiano. Lo anterior se justifica con el supuesto de que la I+D es un acto humano y social, que en contextos de sistematización de experiencias permite obtener información de los saberes y de la recreación de la experiencia como conocimiento sistemático (Barragán Cordero & Carrillo Torres, 2017), con posibilidades de aportar en escenarios divulgativos, formativos y en la afirmación de vínculos generados a partir de los resultados que obtuvo la doctora Fulvia García Roa con las generaciones actuales de investigadores y los temas que orientan los estudios en el presente y el futuro del agro colombiano.

Esta publicación es un homenaje a la memoria de la investigadora Fulvia García Roa, que falleció antes de que la obra fuera publicada, y constituye un reconocimiento a su legado.



Polilla esfinge (Lepidoptera: Sphingidae). Una muestra de la gran riqueza de la biodiversidad del país.



Un chinche asesino del género *Zelus* (Hemiptera: Reduviidae) devorando a un insecto plaga, el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae).

*Las mujeres podemos defendernos técnicamente
y eso me ha ocurrido a mí.*

Fulvia García Roa

La investigadora Fulvia García Roa nació en 1942, en un sector popular ubicado en Cali, departamento del Valle del Cauca; fue la segunda de nueve hermanos. Su padre trabajaba como empleado de los Ferrocarriles Nacionales de Colombia (FNC), mientras su madre alternaba los cuidados de una familia numerosa con la modistería (figura 1). En este contexto familiar, inicia este relato de la historia de una niña común y corriente, sin estereotipos, que en su trayecto de vida se convirtió en agrónoma, científica, pionera y soporte para su familia.

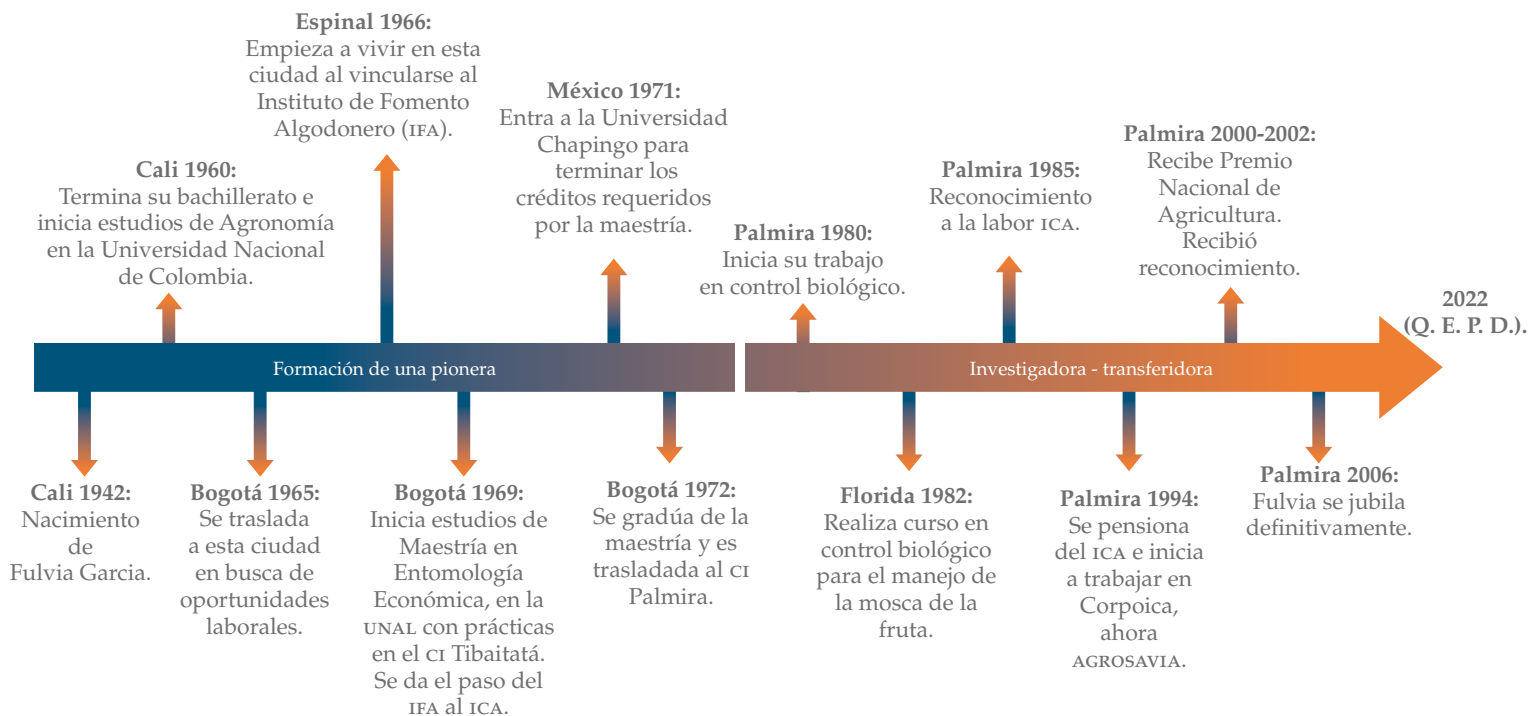


Figura 1. Línea de tiempo de la experiencia investigativa de Fulvia García Roa.

Fuente: Elaboración propia

Fulvia García Roa no imaginaba estudiar Agronomía al culminar su bachillerato; sin embargo, manifiesta: “me presenté a los exámenes, yo no quería estudiar Agronomía, yo no sabía qué era agronomía [...] eran solo hombres, había dos mujeres en toda la facultad estudiando en el momento que presentamos exámenes; una alemana y yo, seríamos cuatro” (Fulvia García, comunicación personal, 2022).

Presentó entonces el examen y sin esperarlo accedió al cupo, y en el contexto de la época su mamá gestionó una habitación con un familiar en el municipio de Palmira para disminuir los costos del traslado diario. Esta solución solo duró un tiempo porque el ambiente del lugar no le resultó benéfico. De este modo, todos los días se trasladaba de Cali a Palmira hasta que su padre ya no pudo más con los gastos. Para solucionarlo:

Fuimos y le llevamos los papeles a un señor Jaramillo, de la Federación de Cafeteros en Cali, para solicitar una beca. Me llamaron a los días y el señor me regresó los documentos: que no podían darme beca porque estas eran para hijos de cafeteros. Mi papá muy humildemente le dijo: doctor, yo quería que mi hija estudiara. Nunca se me olvidan esas palabritas: “yo quería que mi hija estudiara”. Ese señor se conmovió tanto por esas palabras tan sinceras que le dijo: présteme acá esos documentos de nuevo. Me dieron una beca de 200 pesos cor mensuales. En esa época, a mí me alcanzaba para pagar el tiquete y los gastos más pequeños. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

De regreso al ambiente universitario, era notable la presencia de las primeras mujeres en la carrera, lo cual inició en la tercera década del siglo xx (Pacheco Troconis, 2015), con las implicaciones de aceptar el rol femenino en contextos agrarios. Esto modificó la división sexual del trabajo; además, Agronomía se consideraba una “carrera no adecuada para las mujeres, siendo visto como una transgresión”, ya que así las mujeres se alejaban de espacios que se

Alberto Sánchez Potes (Q. E. P. D)

Profesor de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

Recuerdo mucho a ese profesor. Ya murió hace tiempo, pero me acuerdo mucho de él; que en el primer examen de biología que hizo, éramos ochenta los que empezamos a estudiar —el grupo de primíparos—, y empezó a entregar las notas; no, a llamar a cada uno, y yo no sabía que era por orden de calificación. Y a mí nada que me llamaba, nada que me llamaba; fui la última a la que llamó. Cuando yo me paré a recibirle, me dijo: la felicito porque fue la mejor nota. Imagínese, delante de todos mis compañeros, ¡cositas que no se olvidan! (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

derivaban de oficios considerados maternos; por ejemplo, la enseñanza, la enfermería, entre otros. “Me sentí muy triste un día cuando llegué a Palmira y un profesional dijo: ‘se está llenando esto de viejas, ¡imagínese!’ Me salieron lagrimitas, pero dije: ‘eso ya pasó’, y olvidé ese detalle bobo” (Fulvia García, comunicación personal, 2022).

Con la graduación de García Roa se cerraba un primer momento de la línea de tiempo: “mi mamá y mi papá estaban muy contentos con lo que a mí me pasaba. El día que me gradué hicimos una fiesta en un club de Palmira, con los compañeros; ¡estaban felices!” (Fulvia García, comunicación personal, 2022). Sin embargo, la dinámica del empleo era limitada en el Valle del Cauca, razón por la cual la investigadora se trasladó a Bogotá D. C.

[...] me fui a Bogotá porque en Cali era muy difícil trabajar. La primera vez que entré a una oficina agrícola me decían: “aquí necesitamos es hombres, no mujeres”. Tocó enfrentar esa situación que me hería mucho, pero ahora me acuerdo y digo: ¡las cosas cambiaron totalmente! (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

En Bogotá, en 1965, se presentó al Instituto de Fomento Algodonero (IFA), Departamento de Palma Aceitera, donde fue bien recibida. Le facilitaron los documentos para solicitar el cargo y fue nombrada en 1966 para trabajar en las instalaciones del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en el Centro de Investigación Nataima, que está ubicado en el municipio del Espinal, Tolima.

Yo estaba asustada porque yo era muy teórica, no sabía nada. Entonces, les dije: “yo quiero estar con ustedes en las salidas para ver los problemas de campo”. Les gustó mucho esa actitud mía de querer enterarme de las actividades, propias de la carrera, de la agronomía. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Desde Bogotá les solicitaron hacer un proyecto de entomología, para lo cual pidió capacitación. Para esto, la remitieron al municipio de Buga, ciudad ubicada en el departamento del Valle del Cauca, con el director nacional de entomología del ICA. De este modo, su perfil científico en esta área de conocimiento la llevó a estudiar la Maestría en Entomología Económica en la Universidad Nacional de Colombia, con sede en el Centro de Investigación Tibaitatá, en Mosquera, Cundinamarca. Sin embargo, el programa académico terminó sus

actividades de forma anticipada, por lo que tuvo que culminar lo que hoy se conoce como créditos en otra universidad. “Me mandaron a México D. F., porque no había profesores ni estudiantes suficientes para terminar créditos, entonces me mandaron a Chapingo, un semestre, para terminar” (Fulvia García, comunicación personal, 2022).

Acostumbrada a aprender en la práctica, no se habituó del todo a este nuevo escenario de corte más teórico; sin embargo, terminó su maestría con notas sobresalientes. En 1972, solicitó regresar al Valle del Cauca y se ubicó en el ICA, en el Centro de Investigación Palmira. Durante los siguientes 15 años se desempeñó en pruebas de control químico: “quince años donde yo veía que los químicos mataban las plagas, pero también los agentes benéficos” (Fulvia García, comunicación personal, 2022).

Diego Aristizábal Quintero

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia y magíster en Fitotecnia de la misma universidad. Actualmente es director del Centro de Investigación Palmira, adscrito a AGROSAVIA.

A Diego lo conocí cuando él empezó a trabajar; llegó aquí al programa de arroz y con la doctora Francia Varón, que es una fitopatóloga, somos muy amigas, hicimos mucha unión de *colegaje* (colaboración). Entonces, nos íbamos con Diego y Francia y con Edmundo García que ya murió, a los lotes arroceros del Valle del Cauca, a mirar un problema que había en el arroz.

Un problema de plaga y de enfermedad. Entonces Diego estaba en ese momento empezando apenas en el cultivo, y me pregunto qué hiciste en arroz, yo le dije no, por ahí hay un boletín que se escribió donde se recomienda SICA 6 o algo así, una variedad, un poco más tolerante al problema, pero no profundicé mucho con el cultivo. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Expuesta a problemas de toxicidad que compartía con el equipo de trabajo —y que en su momento afirmó que aún se encontraban en su cuerpo—, se orientó al control biológico. En palabras de Fulvia:

[...] tuve el espíritu de observar mucho lo que hacían las plagas, pero también lo que hacían los benéficos. Fui documentando mucho. [En esta nueva etapa], empecé las cosas de control biológico, haciendo las cosas y aprendiendo a la vez; siendo tan de buenas que había unas colegas produciendo agentes de control biológico, unos laboratorios de *Trichogramma*. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Los colegas le suministraban material de trabajo que le permitía evaluar el control en el campo después de las liberaciones y sacar mayor provecho de su enfoque de trabajo; por esta razón, permanecía en conversación o colaboración conjunta con las comunidades, el equipo de trabajo, los pares y todo aquel que demandara su presencia.

El crecimiento de la científica y pionera, reconocida con el Premio Nacional de Agricultura en 1991, puede estudiarse en dos segmentos. El primero, desde su aporte a distintos sistemas productivos y el segundo, desde su rol como transferidora, que con el paso del tiempo incrementaría poco a poco. Y es que, sin saberlo, nuestra protagonista estaba haciendo parte de un cambio en la sociedad colombiana. Según Pacheco Troconis (2015), se amplió el escenario de formación universitaria al cual las mujeres podían vincularse, siendo el sector agropecuario uno de los más rezagados en este tema, ya que consideró la apertura como un tipo de transgresión, bajo la idea de que “en el ideario de la sociedad no se correspondía con la considerada naturaleza de la mujer, delicada y maternal, hecha para tareas poco exigentes en esfuerzos” (p. 76).

Manejo integrado de plagas. “La famosa avispa *Trichogramma* de la que yo he escrito tanto”

En esta sección, que corresponde a la época de los años setenta en adelante, se muestra cómo la experiencia de la investigadora como entomóloga tomó mayor fuerza y se confirmó su vocación respecto al trabajo conjunto y al quehacer colaborativo.

Yo conversaba mucho con los líderes de cultivos [...], yo trabajaba sobre los cultivos que tenían aquí sembrados y les iba informando: “hoy se liberan, apronten la gente para la liberación”, y yo evaluaba y les mostraba. “Mire el resultado tan bueno de tal cosa”. Ellos estaban informados de que las cosas iban bien y obviamente notificaban a otras personas que los resultados de Palmira iban muy bien. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Dentro de sus publicaciones más representativas en este tema se encuentran las siguientes:

- García Roa, F. (1999). *Capacitación en técnicas de reconocimiento y evaluación de agentes de control biológico en sistemas de producción del pequeño agricultor colombiano* [Informe técnico]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- García Roa, F. A. (2000). *Control biológico de plagas: manual ilustrado*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- García Roa, F. A. (2000). *Manejo biológico de plagas en soya*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).

- García Roa, F. A. (2000). *Manejo biológico de plagas en el algodónero*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Mosquera, A. T., Vargas, S., Carlos, A., Rojas A. L., García Roa, F. A. (1999). *Manejo integrado del gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/1163
- Mosquera E., A. T., Vargas S., C.A., Rojas A., L., & García Roa, F. A. (1999). *Control biológico, microbiológico y físico del gusano cogollero del maíz*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/20539
- Pulido F., J. I., García Roa, F., Z. de Polanía, I., León M., G., & Londoño Z., M. E. (1991). *Manejo integrado de plagas*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/1782
- Tróchez Parra, A. L., Díaz Montilla, A. E., & García Roa, F. A. (2000). *Manejo integrado plagas en el cultivo del algodónero en el Valle del Cauca*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/21340>

Tomate

En este sistema productivo, los aportes de Fulvia García fueron muy significativos a nivel nacional e internacional. La investigadora asegura haber perdido a la fecha la trazabilidad respecto a los resultados de sus aportes; no obstante, recuerda:

Después de que yo dicté la conferencia, mandaron tres profesionales del Brasil, de Embrapa [Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria], a Palmira, aquí; llegaron para ver en el campo, con los agricultores, lo que yo había dicho, y yo los llevé con la ayuda de Fruco. En ese momento me ayudaron, fuimos a visitar a los agricultores y ellos vieron la claridad de la respuesta y lo que el agricultor estaba contando también. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Cogollero del tomate

El cogollero, *Keiferia lycopersicella* (Walsingham), es una de las plagas de mayor importancia económica en el cultivo del tomate. El ciclo de vida del insecto es de un mes aproximadamente. Su población es más abundante cuando predomina el verano (García Roa, 1988).

Dentro de su producción más representativa en este tema se encuentran las siguientes publicaciones:

García Roa, F. A. (2000). *Manejo biológico de plagas en tomate*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/16364

García Roa, F. A., Cardona Mejía, C., Saldarriaga Vélez, A., & Cárdenas Murillo, R. (1974). *El Scrobipalpula absoluta (Meyrick), nueva plaga del tomate en Colombia*. Sociedad Colombiana de Entomología. https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/23912

Algodón

Este cultivo lo consideraba exigente debido a los serios problemas que presentaba; recuerda:

Cuando yo empecé había tenido en la facultad un profesor muy bueno que me había enseñado las plagas del algodónero, y es la forma como yo creo que debe ser: él nos llevaba a los lotes de algodón a enseñarnos las plagas. No era dictando la conferencia en el salón, ni miren la foto, ¡era en el campo! [...] De ahí yo ya salí capacitada, cuando entré al IFA ya yo conocía las plagas más importantes. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Apanteles

Actualmente los parasitoides del género *Apanteles* se han convertido en un método con gran potencial para el control de plagas en cultivos. De acuerdo con De Bach (1969), la larva realiza tres mudas durante su desarrollo. La muda ocurre dentro del hospedero, aunque parece ser que la última ocurre en el momento de abandonarlo o antes de pupar.

Dentro de sus publicaciones más representativa en este tema se encuentran las siguientes:

García Roa, F. A. (1977). *Insectos y plagas del cultivo del algodónero en Colombia*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/32498

García Roa, F. A. (1978). Evaluación de las pérdidas en rendimiento ocasionadas por el daño de *Heliothis* spp. en el algodónero. *Revista Colombiana de Entomología*, 4(1-2), 35-44. <https://doi.org/10.25100/socolen.v4i1-2.10373>

- García Roa, F. A. (1985). *Manejo de plagas en el cultivo del algodón: recomendaciones para el interior*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/20876
- García Roa, F. A. (1994). *Implementación de programas de manejo de gusanos rosados y picudo, plagas del algodón*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/31707
- García Roa, F. A., Pulido Fonseca, J. I., Saldarriaga Vélez, A., & Jiménez Gómez, J. A. (1974). *Evaluación de insecticidas para el control químico de plagas en el algodón*. Sociedad Colombiana de Entomología. https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/20947

Soya

El sistema productivo de la soya no le demandó a la investigadora tanto trabajo como el anterior. Sin embargo, la particularidad tiene que ver con la desaparición del cultivo de la soya en el Valle del Cauca y su localización en otra zona a nivel nacional, que dejó fuera de escenario los avances en este tema. A pesar de ello, se puede decir que:

Las plagas de la soya son defoliadoras especialmente [...] cuando entró el programa de liberaciones eso funcionó muy bien. O sea que de tres aplicaciones de insecticida que se hacían antes, el agrónomo de ese cultivo llegaba a mi oficina y me decía: ¡Fulvia! Dígame cuál es el producto más bravo, más bueno, de los nuevos que hay, para comprarlo para la soya, así era la pregunta. Y yo le decía, ¡no!, espérese a ver que vamos a manejar esa temática como siempre, con liberaciones. Y aceptó y se convenció de que sí se podía cambiar. Control biológico inducido, más el control

Beauveria bassiana

Existen varios métodos de control, ya que en la actualidad la tendencia de la agricultura se direcciona a un manejo sostenible y sustentable. Entre los biocontroladores se encuentra *Beauveria bassiana*, un hongo entomopatógeno agente de biocontrol muy respetuoso con el medio ambiente y que muestra gran potencial para el control de algunas especies plaga del orden Coleoptera, como una estrategia para mejorar la sostenibilidad de la protección de los cultivos (Arévalo, Ramón 2018).

Me dio la sospecha, no lo logré evaluar, porque no podía hacerlo todo, que la manera de colocar el *Beauveria bassiana*, así como yo lo estaba trabajando, en el suelo, el hongo, era importante para causar infección en la broca, porque el viento arrastraba esporas del hongo, hacia la broca del café, que podía ser como un método, sin asperjar con solución del hongo las plantas, sino colocar la masa del hongo en trampas en el cultivo, varias, para causar infección en la broca. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

biológico natural; que empezó a multiplicarse y a parasitar otra plaga de la soja como los chinches. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Dentro de su producción más representativa en este tema están las siguientes publicaciones:

- García Roa, F. A. (1990). *Plagas de la soja y su manejo*. Asociación de Ingenieros Agrónomos del Valle Cali. https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/30808
- García Roa, F. (1994). *Plagas de la soja y su manejo*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/1795
- García Roa, F. A., & Pulido Fonseca, J. I. (1979). *Plagas de la soja (Glycine max Merrill) en Colombia*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/21447

Maíz y sorgo

Este fue uno de los sistemas productivos que Fulvia García investigó al final de su carrera, y el cual dependía de un gusano cogollero. Como ella lo indica, la innovación consistió en: “cambiamos un poquito, ya no era tanto *Trichogramma* sino era *Telenomus*” (Fulvia García, comunicación personal, 2022). De este modo, el abordaje radicó en temas de divulgación científica a partir de una reunión internacional en Colombia para trabajar en *Trichogramma* y parasitoides de huevos, con el apoyo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y con la participación de entomólogos destacados, de distintas partes del mundo.

Usé el maíz con unas parcelas grandes, donde liberamos el *Telenomus* y tan de buenas y tan bien todo que dimos los datos, mostramos las plantas, todas sanitas, sin daño, producto del parasitismo que se había logrado con huevos de la plaga. Eso lo vio a nivel internacional la gente que nos visitó. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Telenomus y Spodoptera

El parasitoide de huevos *Telenomus remus* Nixon es un insecto beneficioso, originario de Sarawak, Malasia. Este ha sido introducido en varios países tropicales para el control biológico del cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Yaseen et al., 1981).

Empezamos a multiplicar ese *Telenomus*. A una de las niñas que estuvo conmigo, una bióloga, la puse a que manejara la técnica de multiplicar en laboratorio y la pelada que vimos ahora, ella participó de la producción de huevos, porque necesitábamos huevos de *Spodoptera* para tener adultos de *Telenomus* y liberarlos en maíz. (Fulvia García, comunicación personal, 2022).

Para el estudio de sorgo, trabajó con el investigador Jaime Pulido, con el cual llevaron a cabo la liberación del *Trichogramma*.

Hay una tecnología que se dejó, busqué que Fenalce [Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya] la patrocinara económicamente para yo tener una persona que me ayudara a sacar evaluaciones y el trabajo; no lo logré, pero presentando un proyecto a Pronatta [Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria] sí lo logré y lo avancé, haciendo pruebas demostrativas en varias fincas, haciendo liberaciones y logrando muy buenos resultados (Fulvia García, comunicación personal, 2022) .

Dentro de su producción más representativa en este tema se encuentran las siguientes publicaciones:

- García Roa, F. A. (1996). Integración de métodos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). En Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), *Manejo integrado de plagas y enfermedades en maíz y sorgo* (pp. 58-64). Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/18123
- García Roa, F. A., & Pulido Fonseca, J. I. (1984). *El gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), su control y perspectivas para su manejo. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/iepfmm/bac_dspace20.500.12324/23629
- García Roa, F. A., & Pulido, J. (1989). Campaña de fomento del maíz para incorporar nuevas áreas a la producción, entregando toda la tecnología necesaria que permita mejorar la productividad. En B. Ramakrishna (Ed.), *IX Seminario de enfermedades y plagas del maíz* (pp. 47-57). Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); Banco Interamericano de Desarrollo (BID); Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Rojas-Álvarez, L., & García Roa, F. A. (1995). Comportamiento parasítico de *Telenomus* sp. en *Spodoptera frugiperda*. *Revista Colombiana de Entomología*, 21(4), 191-198. <https://doi.org/10.25100/socolen.v21i4.9984>

Transferencia de tecnología. “Transferir es capacitar a otras personas”

En la actualidad, la transferencia de tecnología consiste en romper barreras de conocimiento y enseñar la forma correcta de hacer las cosas (AGROSAVIA, 2022). Esta concepción, que no está distante de la que esbozaba la investigadora, ubica su quehacer a lo largo y ancho del continente americano (figura 2). “A mí me invitaron de muchos países. Yo estuve en todos los países de Suramérica, menos Bolivia; en los demás, sí, tal vez los países que más visité, de los que más me llamaron, fue Brasil” (Fulvia García, comunicación personal, 2022).



Figura 2. Países visitados por Fulvia García Roa como transferidora en el continente americano.
Fuente: Elaboración propia

Su experiencia internacional de mayor renombre se dio en Petrolina y en Recife, Brasil. Allí realizó asesorías a partir de la experiencia que obtuvo en el manejo del tomate en el Centro de Investigación Palmira, en 10.000 ha de plantas muertas por cogollero del tomate.

La conferencia mía fue sobre control biológico de esa plaga. Había veinte o treinta funcionarios de diferentes partes del mundo, de casas químicas, ahí sentados. Yo preparaba muy bien mis conferencias gráficamente, con mis diapositivas y todo. Fui contando la historia del tomate; lo que teníamos en tomate, lo que estábamos haciendo, lo que habíamos terminado de hacer, ¡todo! Terminé la conferencia diciéndoles que el control químico no servía porque había resistencia y que el control biológico sí servía, usando *Trichogramma* y *Bacillus thuringiensis*. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Continuó asesorando a Brasil y tuvo la oportunidad de supervisar a unos vendedores de *Trichogramma* para que pudieran producir y comercializar este insumo en ese país. Esta misma experiencia la tuvo en Argentina con el tomate de invernadero. “Me invitaron, me fotografiaron, escribieron documentos en la prensa: una entomóloga colombiana, yo no recuerdo qué tanta cosa decía” (Fulvia García, comunicación personal, 2022).

A nivel nacional también contaba con reconocimiento de estudiantes, instituciones de educación superior e investigadores. “Mi laboratorio lo visitaban mucho los estudiantes. Los profesores sabían lo que yo estaba trabajando y qué resultados llevaba, y traían a los estudiantes, especialmente de Medellín” (Fulvia García, comunicación personal, 2022).

Apesar de considerarse una persona abiertamente crítica respecto a la manera como las instituciones del sector agropecuario colombiano llevan a cabo la transferencia de la tecnología, en su concepto, “para la transferencia hay que demostrar los resultados en el campo con el agricultor o con el asistente técnico. No solamente es escribir lo bueno, para que lo lean, sino que hay que verlo; eso es transferir” (Fulvia García, comunicación personal, 2022).

- Arévalo Ramón, E. G. (2018). *Uso de Beauveria spp. en el control de picudo y nematodos fitopatogenos en el cultivo de banano Musa AAA (Examen complejo)*. Universidad Técnica de Machala.
- Barragán Cordero, D., & Torres Carrillo, A. (2017). *La sistematización como investigación interpretativa crítica*. El Búho.
- Becerra Campiño, J. J., Cañar Serna, D. Y., & Tibaduiza Castañeda, L. P. (2018). *Rostros y rastros de investigación: el aporte del investigador Julio Jairo Becerra Campiño a la innovación en el sector agropecuario colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7402612>
- Blanco, C. A., Terán-Vargas, A. P., López, Jr., J. D., Kauffman, J. V., & Wei, X. (2007). Densities of *Heliothis virescens* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in three plant hosts. *Florida Entomologist*, 90, 742-750.
- Bruner, J. S. (1991). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Alianza.
- Carrillo, A., & Cordero, D. (2017). *La sistematización como investigación interpretativa crítica*. El Búho.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. (2022). *Guía conceptual para la transferencia y apropiación de tecnologías*. [Documento interno].
- De Bach, P. (1969). *Control biológico de plagas de insectos y malas hierbas*. Continental.
- García Roa, F. A. (1988). *Manejo del cogollero del tomate, Scrobipalpula absoluta en el Valle del Cauca*. Sociedad Colombiana de Entomología. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/889>
- Pacheco Troconis, G. (2015). Mujeres en contravía: pioneras de las ciencias agrícolas en Venezuela y Colombia (1914-1974). *Tendencias & Retos*, 20(2), 65-78.
- Tibaduiza-Castañeda, L. P. (2021). Sistematización de la experiencia proyecto Cadena de valor láctea de Colombia en cuatro asociaciones productoras de leche en el trópico alto. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 25(2), 35-51.

- Yaseen, M., Bennett, F. D., & Barrow, R. M. (1981). Introduction of exotic parasites for control of *Spodoptera frugiperda* in Trinidad, the Eastern Caribbean and Latin America. En W. D. C. Brathwaite, & G. V. Pollard (Eds.), *Urgent plant pest and disease problems in the Caribbean* (pp. 161-171). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Zenner de Polania, I. (1999). Vespidae y Formicidae: Aspectos morfológicos y biológicos y su participación en el control biológico natural de plagas insectiles. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 45-52.



Un nido de avispas, *Polistes* sp. (Hymenoptera: Vespidae).



¡No todos los insectos que visitan los cultivos son plaga!
Mariposa (Lepidoptera: Lycaenidae) visitando una flor.

Semblanzas a la investigadora Fulvia García Roa

La doctora Fulvia fue una mujer dedicada a su familia; fue cariñosa, fue una persona ejemplar, carismática y apasionada con la entomología. Su rigor científico ha permitido que sus trabajos trasciendan las fronteras del saber.

El tiempo que compartí labores con ella aprendí el sentido de compromiso y responsabilidad. Desde entonces le profeso gran cariño y respeto.

Adelaida Uribe Yanten
Auxiliar de adquisiciones de AGROSAVIA





Una mosca parasitoide (Diptera: Tachinidae). Los agricultores las consideran insectos benéficos ya que atacan especies plaga de los cultivos.

Es preciso mencionar que el minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) se registró por primera vez en Colombia en marzo-abril de 1995 en áreas citrícolas de la zona cafetera (departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda) y en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca, y causó daños severos en árboles jóvenes y en brotes de árboles adultos (León & Kondo, 2017). La presencia de esta nueva plaga en alta población en cítricos como naranjas, mandarinas, limones, toronjas y pomelos llevó a que los agricultores realizaran controles de síntesis química. Como respuesta a este nuevo problema fitosanitario, se planearon estudios tendientes a conocer la biología y el comportamiento de la plaga, sus plantas hospederas y, en especial, los agentes de control biológico natural que en otras partes del mundo regulan sus poblaciones.

Llegó una plaga nueva, el minador de los cítricos. No la teníamos en Colombia y empezaron los agricultores a preguntar qué había que aplicar; esa es la primera pregunta del productor. Nos asustamos porque los cítricos no son cultivos de estarles aplicando químicos a toda hora. Nos pusimos a recoger ese material con una bióloga [...], y entonces nos dimos cuenta de que ese material venía altamente parasitado de forma natural. O sea que esa fue la respuesta que le dimos a los pequeños agricultores, o a los grandes agricultores: que tenían un control biológico natural excelente y que no fueran a torear la plaga con venenos. Logramos eso. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Asimismo, en el municipio de Candelaria, Valle del Cauca:

Me llamaron porque se presentó en un árbol de cítrico una infestación altísima de la ortezia de los cítricos, en un palo del cual el investigador tomaba la información genética para multiplicar los clones. Era importantísimo ese palo, y estaba lleno de la plaga. Las hojas y ramas estaban afectadas. El árbol estaba muy mal, a punto de secarse. Hicimos una evaluación allí de solución jabonosa, porque yo sabía que la solución jabonosa era un producto compatible con el control biológico. No mataba tanto benéfico y sí podía matar a la plaga. Le taponaba los espiráculos (el respiradero de la plaga), y así logramos con mucha solución jabonosa bajar la población de la plaga hasta limpiar el palo. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Polistes

Es una avispa de color negro que se asocia al género *Polistes*, la cual se ha convertido en un importante depredador de larvas del minador de la hoja de los cítricos.

Valarezo Caly et al. (2011) mencionan que las investigaciones sobre la cría y el estudio en laboratorio de avispas sociales, exceptuando posiblemente al género *Polistes*, han recibido poca atención, en especial por los retos que representa la observación bajo condiciones controladas de estas especies. A esto se debe agregar que, desde el punto de vista de agentes de control biológico natural, la investigación sobre la eficiencia de las especies de Vespidae es prácticamente inexistente y se limita a observaciones ocasionales de campo.

Con el paso del tiempo, el productor, dueño del palo, confirmó la sanidad de la planta y el efectivo uso de la técnica.

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA, en ese entonces Corpoica) realizaron en el departamento del Valle del Cauca trabajos de investigación, en los cuales se hizo el reconocimiento de la nueva plaga, la evaluación de su daño, los estudios biológicos, la evaluación de sus agentes de control biológico y la influencia de otros factores bióticos y abióticos que permitieran hacer un manejo de sus poblaciones.

Cobo y Tróchez (1996) al estudiar la biología de la plaga encontraron que las hembras de *P. citrella* colocan los huevos en el envés de las hojas, cerca de la nervadura central; estos incuban por tres o cuatro días y una vez nace la larva, de coloración amarilla, realiza minas con forma de serpentina en la lámina foliar durante siete u ocho días, para empupar luego en los bordes de

las hojas. Después de siete-ocho días emerge un nuevo adulto. Las larvas en poblaciones altas causan alteraciones en el proceso fotosintético de árboles, especialmente en viveros; esto genera pérdidas en el crecimiento de las plantas y en la producción de frutos.

Los estudios realizados por Rojas y García (1996) sobre el reconocimiento y la evaluación de la fauna benéfica que acompañaba a la plaga, inmediatamente después de su detección en huertos citrícolas del Valle del Cauca, Colombia, muestran la existencia de un alto potencial biológico que, de forma natural, interactuó con factores físicos y culturales para bajar las altas poblaciones que se presentaron de *P. citrella* y que mantienen a la plaga en equilibrio biológico; de esta manera, su daño en plantaciones comerciales no es de importancia económica.

El reconocimiento y la evaluación de la fauna benéfica de *P. citrella* se realizó en el huerto de cítricos de AGROSAVIA, en el Centro de Investigación Palmira. Se tomaron periódicamente hojas de árboles infestados con daño fresco del minador, y este material se examinó en el laboratorio con ayuda de un estereoscopio, siguiendo el camino que dejaron las larvas. El material con larvas y pupas parasitadas fue colocado en cajas de petri y posteriormente confinado en viales pequeños, hasta que se obtuvo la emergencia de adultos de los parasitoides. Los ejemplares de estos insectos benéficos fueron enviados al Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal (APHIS, por sus siglas en inglés), Departamento de Agricultura de Estados Unidos, para su identificación.

Como resultado de los estudios anteriores y de trabajos realizados en otras regiones citrícolas de Colombia, se encontró que el minador de los cítricos cuenta con una variada y abundante fauna benéfica natural representada principalmente por ectoparasitoides de la familia Eulophidae (Hymenoptera). Este parasitismo de larvas y pupas fluctúa entre 65 % y 80 %, respectivamente; de esta manera, se potencializa este control biológico con la acción de depredadores nativos como avispa (Hymenoptera: Vespidae), arañas (Arachnida: Araneae) y crisópidos (Neuroptera: Chrysopidae), y así se integran al manejo de la plaga métodos culturales que garanticen un desarrollo vigoroso de los árboles y la ayuda de agentes físicos como las lluvias.

Las principales especies de Eulophidae (Hymenoptera) halladas en el Valle del Cauca parasitando a *P. citrella* fueron identificadas como *Cirruspilus* sp. grupo *fraternus*, *Galeopsomyia* sp., nuevo registro para Colombia, *Zagrammosoma multilineatum* (Asmead) y *Horismenus* sp. (Rojas & García, 1996). León (1998), al hacer reconocimiento de benéficos de *P. citrella* en el departamento del Meta, registró como parasitoides las especies *Closterocerus* sp., realizando superparasitismo sobre larvas, *Cirrospilus* sp. y *Galeopsomyia fausta* LaSalle; esta última especie parasitando pupas (Rojas & García, 1996).

Es importante anotar que las evaluaciones de parasitismo se iniciaron unos pocos meses después de detectada la plaga. Al encontrar un alto parasitismo y la presencia de depredadores nativos, se divulgó el resultado a los agricultores; se les describió la forma de reconocimiento y de evaluación de los agentes benéficos, y se les invitó a suspender las aplicaciones de insecticidas para aprovechar y conservar la fauna benéfica existente. La rápida acción de los benéficos, en especial de los ectoparasitoides, pudo estar relacionada con la introducción simultánea de la plaga acompañada de los benéficos, como también de la existencia de microlepidópteros de la familia Gracillariidae registrados como minadores en cultivos de soya y arvenses en el Valle del Cauca, en los cuales se habían reconocido agentes de control biológico que posiblemente participaron de la rápida regulación de *P. citrella* como nueva plaga de cítricos en el país.

Control biológico y no convencional de la ortezia de los cítricos *Praelongorthezia praelonga* (Douglas) en cítricos

La ortezia de los cítricos *Praelongorthezia praelonga* (Douglas) (Hemiptera: Ortheziidae), antes *Orthezia praelonga*, es una plaga registrada en cítricos en Colombia desde 1973. La plaga se localiza, por lo general, en el envés de las hojas, y en poblaciones muy altas invaden toda la superficie foliar. También se encuentran colonias en el haz, sobre ramas, flores, tronco y sobre la superficie del suelo. Como consecuencia de la succión de la savia por adultos y ninfas, y las secreciones azucaradas que se producen por la alimentación del insecto, se desarrolla el hongo *Capnodium* sp., el cual causa la fumagina. La obstrucción que genera este hongo en las actividades fotosintéticas, acompañada de la alimentación de la plaga, debilita los árboles; como consecuencia, hay pérdida de fructificación, marchitamiento y muerte de los árboles altamente

infestados (Kondo et al., 2012, 2013). Las ninfas se presentan inicialmente en colonias alrededor de las hembras y luego se dispersan en el follaje. Los machos de color azul grisáceo son muy pequeños, alados y muy volátiles.

Restrepo et al. (1991) describieron los estados biológicos y los hábitos de *P. praelonga*, e indicaron que los huevos tienen un promedio de incubación de 7 días. Las ninfas pasan por tres instares que tienen una duración de 31, 35 y 64 días en las hembras; en los machos el tercer instar tiene una duración promedio de 32 días. El estado pupal de los machos es en promedio de 4 a 5 días y las hembras están en actividad cerca de 90 días. La descendencia por hembra es de 85 a 106 ninfas.

Las inspecciones frecuentes al huerto permiten detectar la presencia de las primeras colonias de la ortezia de los cítricos y, en consecuencia, los primeros focos; de esta manera, se facilita el manejo oportuno de la plaga y se evita su dispersión y daño generalizado. Varias especies ornamentales son hospederas de *P. praelonga*, entre ellas los crotos, las veraneras y las rosas. Bustillo et al. (1998) registraron como hospedera una planta nativa llamada moradita (*Cuphea racemosa*) y glomérulos de cafeto. Es necesario inspeccionar también estas plantas para evitar su dispersión en los cultivos de cítricos.

Para el manejo de las poblaciones de la plaga, deben integrarse varias medidas que bajen dichas poblaciones y permitan el establecimiento de sus agentes de control biológico natural. Velásquez et al. (1992), al hacer el reconocimiento de agentes de control biológico de *P. praelonga*, encontraron varias especies depredadoras actuando sobre la plaga, entre ellas el *Hyperaspis* sp. (Coleoptera: Coccinellidae), los miridos *Ambracius dufouri* Stål y *Proba vittiscutis* (Stål) (Hemiptera: Miridae), crisopidos (Neuroptera: Chrysopidae) y un mosquito drosófilido (Diptera: Drosophilidae), y depredando huevos. También hallaron un himenóptero como parasitoide de la plaga y el hongo *Colletotrichum* sp., el cual causa muerte de forma natural.

Para conservar y permitir la actividad de la fauna benéfica de *P. praelonga* y sustituir el uso de controles químicos por parte de los agricultores, se evaluaron alternativas de control cultural, mecánico y físico, las cuales unidas o integradas al uso de productos no convencionales —por ejemplo, las soluciones jabonosas— pueden bajar las poblaciones del insecto. El mantenimiento óptimo de los árboles de cítricos, por medio del manejo de

malezas, de plateos, fertilización, riegos, podas y demás labores del cultivo permitirá el desarrollo de árboles vigorosos y sanos.

Las inspecciones frecuentes al huerto para detectar la presencia de las primeras colonias del insecto o primeros focos facilitan el manejo oportuno; asimismo, la destrucción manual de colonias y pequeños focos puede evitar el incremento de la plaga. Se sugiere hacer un recorrido completo y frecuente de la plantación, revisando las hojas y ramas de los árboles para detectar las colonias incipientes y destruirlas manualmente.

Para hacer control físico, se recomienda el uso de agua asperjada con alta presión (200 libras/pg²) y suficiente volumen del líquido por árbol (20 a 30 litros) en árboles adultos altamente infestados. Esto provoca el desprendimiento de ninfas y adultos, y así se dirige la aspersión al envés de las hojas donde está localizada la plaga. Fulvia García realizó evaluaciones al trabajo de García et al. (1992) en el vivero comercial Profrutales, localizado en Candelaria (Valle del Cauca), las cuales demostraron que la acción de soluciones jabonosas formuladas al 2% o su preparación con jabón en pasta o un detergente biodegradable, en una proporción de 2 gramos del jabón por litro de agua, asperjando con una bomba estacionaria en las condiciones ya indicadas de alta presión para “bañar” y desprender los insectos, redujo las altas poblaciones de *P. praelonga* y la contaminación por fumagina.

La periodicidad de las aspersiones o baños depende del grado de infestación; estas deben repetirse con intervalos de dos a tres semanas e intercalar aspersiones de solución jabonosa con aspersiones de solo agua. La solución jabonosa actúa por taponamiento de los espiráculos y demás vías respiratorias de los insectos, lo cual causa asfixia y muerte. Esto tiene que realizarse en horas de baja radiación. Muchos de los insectos muertos quedan adheridos a las hojas, por lo que es importante utilizar alta presión y alto volumen de agua para procurar su desprendimiento.

Lo ideal en el manejo de plagas como *P. praelonga*, que tiene un potencial de reproducción muy alto, es manejar sus poblaciones cuando se detectan los primeros focos, integrando las diferentes medidas descritas, que son compatibles con los agentes naturales de control biológico.

En altas infestaciones de esta escama, los árboles pierden poder fotosintético por la invasión de la plaga al succionar la sabia y por el cubrimiento del área foliar ocasionado por la fumagina. Como consecuencia del debilitamiento, puede darse la caída de estructuras, por ejemplo, de frutos pequeños. Para corregir esta situación se recomienda fertilizar los árboles simultáneamente con la aplicación de todas las demás medidas culturales y no convencionales.

Referencias

- Bustillo P., A. E., Cárdenas M., R., Villalba G., D. A., Benavides M., P., Orozco H., J., & Posada F., F. J. (1998). *Desarrollo de un programa de manejo integrado de la broca del café, Hypothenemus hampei (Ferrari) en Colombia*. Centro Nacional de Investigación del Café (Cenicafé).
- Cobo, M. G., & Tróchez, A. (1996). Ciclo biológico y hospederos del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en el Valle del Cauca. En *Resúmenes XXIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología* (p. 108).
- García Roa, F. A., Núñez B., L., Varón de Agudelo, F., & Reyes, E. (1992). Avances sobre el manejo de *Orthezia praelonga* Douglas en cítricos. En *Resúmenes XIX Congreso Sociedad Colombiana de Entomología* (p. 31).
- Kondo, T., Peronti, A. L., Kozár, F., & Szita, E. (2012). Los insectos escama asociados a los cítricos, con énfasis en *Praelongorthezia praelonga* (Douglas) (Hemiptera: Coccoidea: Ortheziidae). En C. Pedro Pássaro Carvalho (Ed.), *Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización* (pp. 173-189). Artes y Letras.
- Kondo, T., Peronti, A.L., Kozár, F., & Szita, E. (2013). The citrus orthezia, *Praelongorthezia praelonga* (Douglas) (Hemiptera: Ortheziidae), a potential invasive species. En J. E. Peña (Ed.), *Potential Invasive Pests of Agricultural Crops* (pp. 301-319). Centre for Agricultural Bioscience International (CABI).
- León, G., & Kondo, T. (2017). *Insectos y ácaros de los cítricos. Compendio ilustrado de especies dañinas y benéficas, con técnicas para el manejo integrado de plagas*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- León, M., G. (1998). Parasitoides del minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* (Lep.: Gracillariidae) en el Piedemonte Llanero. En *Resúmenes XXV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología*.

- Restrepo, G. H., Ochoa, L. P., León, M. G., & de la Cruz, T. (1991). Ciclo de vida y hábitos de *Orthezia* sp., plaga de cítricos. En *Resúmenes XVIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología* (p. 23).
- Rojas, A., L., & García R., F. (1996). Control biológico natural del minador del follaje de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). En *Resúmenes XXIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología*.
- Velásquez, V., H., Núñez, B., L., & García R., F. (1992). Avances en el reconocimiento y evaluación de agentes benéficos de *Orthezia praelonga* Douglas. En *Resúmenes XIX Congreso Sociedad Colombiana de Entomología* (p. 15).
- Valarezo Caly, O., Cañarte Bermúdez, E., & Navarrete Cedeño, J. B. (2011). *Plagas de los cítricos y su control biológico* [Boletín divulgativo n.º 367]. INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1305>



Mariposa *Diaethria neglecta* Salvin, 1869 (Lepidoptera: Nymphalidae).
Se le conoce como la mariposa “89” o “98”, por los números en las alas.

Semblanzas a la investigadora Fulvia García Roa

El primer acercamiento que tuve con la doctora Fulvia fue en el Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología de 1996 (primero al que asistí como estudiante). Los resultados de mi trabajo de pregrado realizado en Cenicaña con *Trichogramma exiguum* para el control de *Diatraea* spp. en caña de azúcar fueron de interés para la doctora Fulvia y tuve el gran privilegio de que ella asistiera a mi disertación en ese congreso. Gracias a ese momento entramos en contacto y más adelante pude trabajar, bajo su orientación, en un proyecto sobre la cría de *Copidosoma* sp. para el control biológico del perforador del fruto de las solanáceas *Neoleucinodes elegantalis* en AGROSAVIA (Corpoica Palmira). La doctora Fulvia influyó en mi decisión de continuar mi proceso de formación como entomóloga; ella fue mi punto de referencia y mi maestra, a quien admiro y respeto. Le agradezco por su ayuda incondicional, siempre la recordaré, doctora Fulvia. Muchas felicitaciones por tan merecido homenaje.

Ana Elizabeth Díaz Montilla
Investigadora PhD. Asociada AGROSAVIA



La avispa *Polistes erythrocephalus* (Latreille, 1813) con una bola de carne hecha de una larva de un lepidóptero. Estas avispas son depredadores generalistas en los cultivos.

Capítulo III

Evaluación de la efectividad de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, en el control del gusano cogollero (*Chloridea tergemina*) y del gusano cachón (*Manduca sexta*), plagas defoliadoras del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.)

Uno de los más antiguos registros del control biológico microbiano en Colombia data de 1913. En ese registro, se obtuvieron buenos resultados utilizando la bacteria entomopatógena *Coccobacillus acridiorum* D'Herelle, en el control biológico de langostas dañinas, en el municipio de Guaduas, Cundinamarca (Howard, 1930). En la década de los noventa, se realizaron liberaciones inundativas de parasitoides para controlar los huevos del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en combinación con aplicaciones de un hongo entomopatógeno *Metarhizium rileyi* (Farl.) (Kepler, Rehner & Humber) y la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* Berliner, en un esquema de manejo integrado de plagas en el Valle del Cauca (García Roa et al., 1999). En Colombia, actualmente se producen varias especies de bacterias de manera comercial, entre ellas *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* (Bta) para el control de gusanos defoliadores y gusanos soldado, *B. thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) para el control de mosquitos, *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk) para el control de larvas de lepidópteros y *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* (Bt) para el control de ácaros fitófagos (Kondo et al., 2021). Se puede decir que la investigadora fue una de las personas pioneras en el uso del *B. thuringiensis* para controlar plagas lepidópteras en Colombia.

En este apartado, se presenta un estudio acerca de la efectividad de *Bacillus thuringiensis* sobre lepidópteros que la investigadora Fulvia García realizó después de pensionarse y el cual consideró más sencillo debido a su vasta experiencia, que fue significativamente valorada en el sector privado,

Me ayudó la Federación de Tabacaleros; me ayudó en el sentido de que creyó lo que yo había hecho con la cepa china, que fueron a comprar los señores donde yo estaba trabajando en Agrogen, muy buena. Yo la estaba evaluando para que el ICA le diera el visto bueno. Se hizo el trabajo que se relaciona ahí en las parcelas y demás. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

De esta manera, los resultados sobre la evaluación de la efectividad de *Bacillus Agrogen WP (Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*) realizada

en campos tabacaleros colombianos permitieron recomendar su uso para el manejo biológico de las plagas defoliadoras del cultivo: *Chloridea tergeminata* y *Manduca sexta*. La dosis recomendada debe fluctuar entre 400 y 600 g/ha; esto depende de la densidad de población y del tamaño de las larvas. Es necesario hacer una correcta aplicación para cubrir los tejidos de las plantas de los cuales se alimentan las larvas, ya que el producto biológico actúa por ingestión. Es muy importante la sincronización del umbral de daño con la presencia de larvas pequeñas de los defoliadores para optimizar el control. A partir de esta metodología se obtuvo un manejo biológico de *C. tergeminata* y *M. sexta* que superó el 90 % de eficacia del producto biológico, situación que fue complementada con la selectividad de *Bt* hacia los agentes de control biológico natural de las dos especies plaga.

Bacillus thuringiensis

El cultivo del tabaco es atacado por defoliadores que causan pérdidas considerables. Aquí, *Chloridea virescens* (Fabricius) (cogollero del tabaco) es considerada una de las plagas más importantes. El daño principal que causa *C. virescens* al tabaco es en la hoja, que es el producto comercial del cultivo, y donde resulta importante contar con cepas de *B. thuringiensis*, ya que esta muestra patogenicidad y se comporta virulenta y agresiva, de tal forma que en el menor tiempo posible la plaga deja de afectar el cultivo (Blanco et al., 2007).

"[...] es tan importante como *Trichogramma*, [...] pero la ayuda que me daba a mi *B. thuringiensis*, cuando yo veía que estaba abajo la acción de *Trichogramma*, que estaban saliendo gusanitos, entonces yo aplicaba *B. thuringiensis* que es un producto selectivo a la fauna benéfica"

Plagas del cultivo de tabaco

El cultivo del tabaco *Nicotiana tabacum* L. (Rubiaceae) en Colombia se encuentra especialmente en la región de la costa Atlántica y en los departamentos de Bolívar, Boyacá, Cauca, Huila, Santander y Valle del Cauca (Calderón Oviedo, 2015; Vanegas et al., 2022). La rentabilidad que reciben los cultivadores de esta solanácea depende de la clase de tabaco que se siembre. Se cultivan materiales de tabaco negro y tabaco rubio, y dentro de este, las clases Burley y Virginia, demandados por la industria de cigarrillos (Calderón Oviedo, 2015). Hay empresas promotoras del cultivo, con alternativas tecnológicas dirigidas a una mejor producción, las cuales asesoran y financian a los agricultores, así como a la comercialización de la cosecha. A pesar de la asistencia técnica que se entrega al agricultor, muchos de ellos continúan usando productos químicos de amplio espectro para solucionar problemas fitosanitarios.

Se han registrado en el cultivo de tabaco varias especies plagas, y son los insectos defoliadores los de importancia económica, pues atacan la parte comercial de las plantas. Entre los defoliadores está el gusano cogollero del tabaco *Chloridea tergemma* (Felder & Rogenhofer) (Lepidoptera: Noctuidae); el gusano cachón del tabaco *Manduca sexta* (Linnaeus) (Lepidoptera: Sphingidae), el gusano minador del tabaco o papelero *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) y el gusano esqueletizador del tabaco *Atomopteryx coelodactyla* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) (Calderón Oviedo, 2015).

El minador *P. operculella* puede iniciar su ataque desde el semillero, continuarlo después del trasplante y presentar reducción en rendimientos por pérdida en el peso de las hojas, en el momento de la cosecha (Gamboa, 1987). El *A. coelodactyla* daña el cogollo de plantas jóvenes, se alimenta de las hojas maduras y puede causar graves pérdidas en el tabaco almacenado.

Las larvas de *C. tergemma* se observan unos pocos días después del trasplante, al localizarse en el cogollo de las plantas (Valderrama Olaya et al., 2006). Cuando las larvas están pequeñas, roen el tejido foliar y luego mastican el follaje; así, es posible observar el daño a medida que las hojas del cogollo van expandiéndose. Al examinar cuidadosamente los cogollos infestados se encuentra la larva adherida a estas estructuras, la cual presenta un color verde similar a los tejidos que está atacando. Su presencia se reconoce por los excrementos fácilmente observables. Su daño persiste durante todo el

desarrollo del cultivo, siendo más incidente en la etapa previa a la floración. Después del descope, puede haber reinfestación, ante la presencia de rebrotes; ataca también las inflorescencias. Estudios taxonómicos realizados en Colombia y Venezuela indican que *C. tergemina* es la especie de cogollero que ataca el tabaco (Fernández et al., 1990; García Roa, 1976). En otras partes del mundo, se registra a *Chloridea virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) como el gusano cogollero del tabaco, lo cual amerita una revisión. En Colombia, también se observan adultos de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre los cogollos de las plantas de esta Solanaceae.

En el cultivo de tabaco, existen medidas restrictivas en el uso de productos insecticidas que dejen residuos tóxicos en la planta. Esta disposición oficial afecta mercados nacionales e internacionales del producto, ya que este puede ser rechazado y, por consiguiente, habría serias pérdidas para los productores. Es necesario encontrar alternativas que cumplan con las normas sanitarias y de salud establecidas, que respondan de manera eficiente a la regulación de los limitantes de la producción tabacalera.

El *B. thuringiensis* Berliner (Bacteria: Bacillales: Bacillaceae) es una alternativa reconocida mundialmente para el manejo de plagas defoliadoras del tabaco (Calderón Oviedo, 2015). La evaluación de una nueva cepa de *B. thuringiensis* contra las principales especies defoliadoras del cultivo, como son *Chloridea tergemina* y *Manduca sexta*, la determinación de su efectividad y selectividad hacia los agentes de control biológico natural, el estudio de la técnica de aplicación de acuerdo con el hábito de alimentación de cada especie plaga y las recomendaciones derivadas de este estudio serán de gran beneficio para el agricultor, que podrá manejar los problemas entomológicos del tabaco desde un enfoque más ecológico y más ajustado a las exigencias de calidad establecidas.

Pruebas de eficacia de Bacillus Agrogen WP para determinar su efectividad en el control de *Chloridea tergeminata* y *Manduca sexta*

La prueba de eficacia se realizó con una formulación comercial de *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, conocida con el nombre de Bacillus Agrogen WP, sugerida a una concentración o potencia de 32.000 U.I./mg, y presentación en polvo mojable. La prueba se llevó a cabo en dos localidades, dentro de lotes comerciales de tabaco. La primera evaluación se hizo en el corregimiento de El Cabuyal, municipio de Candelaria, departamento del Valle del Cauca, a una altitud de 1000 m s. n. m. y una temperatura promedio de 25 °C. La segunda evaluación fue localizada en el corregimiento de San Carlos, municipio de Puerto Tejada, departamento del Cauca, bajo condiciones de altitud y temperatura muy similares.

Se usó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Cada repetición estuvo conformada por sitios de 25 plantas continuas. Para determinar la variabilidad de los resultados, los datos se sometieron a un análisis de varianza; asimismo, para separar las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de significancia de Duncan, y se usó la fórmula de Henderson y Tilton para determinar el porcentaje de eficacia de los tratamientos con respecto al testigo y así calificar la efectividad de cada tratamiento después de su aplicación.

El área experimental de los tratamientos fue de 56 m², que corresponden a cuatro surcos, dentro de los cuales se marcaron 25 plantas continuas por surco, para un total de 100 plantas por tratamiento. El área experimental total (224 m²) de cada evaluación fue demarcada en dos lotes comerciales de tabaco rubio Tn 90 tipo Burley, cuya densidad de población era equivalente a 16.600 plantas/ha sembradas a una distancia de 0,40-0,50 metros entre plantas y 1,20 metros entre surcos. Las plantas recibieron todas las labores de mantenimiento del cultivo propias de cada localidad, como riego, fertilización, manejo de malezas, manejo de enfermedades y descope. En la tabla 1, se presentan los tratamientos y las dosis aplicadas de Bacillus Agrogen WP (0,40; 0,50 y 0,60 kg/ha) para el control de las plagas defoliadoras del tabaco.

Tabla 1. Tratamientos y dosis de Bacillus Agrogen WP utilizados en el control de *Chloridea tergemina* y *Manduca sexta*

	Tratamientos	Ingrediente activo	Dosis (kg/ha)	gr/trat.
1	Bacillus Agrogen WP	<i>B. thuringiensis</i> 32,000 UI/mg	0,60	3,36
2	Bacillus Agrogen WP	<i>B. thuringiensis</i> 32,000 UI/mg	0,50	2,80
3	Bacillus Agrogen WP	<i>B. thuringiensis</i> 32,000 UI/mg	0,40	2,24
4	Testigo			

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la fluctuación poblacional de cada una de las especies defoliasoras, se hicieron monitoreos periódicos (dos o tres/evaluaciones/semana). Como parámetro de evaluación de la densidad de población de *C. tergemina* y *M. sexta*, se usó el número de larvas encontradas al revisar las 25 plantas continuas de cada repetición. En todas las plantas revisadas por tratamiento (100 plantas), se cuantificó el número de larvas de las dos especies defoliasoras, antes y después de cada aplicación. Cuando el umbral de daño económico fue igual o superior a cinco larvas de las dos especies, en 100 plantas examinadas, se ordenó la aplicación del tratamiento o de los tratamientos. Las evaluaciones se iniciaron a partir del trasplante y se continuaron hasta la etapa previa a la cosecha.

Al examinar las plantas para cuantificar las larvas, se hizo una revisión directa al cogollo, en el cual se encuentran las larvas de *C. tergemina*. Simultáneamente se examinaron las hojas de las plantas, por el haz y el envés para cuantificar las larvas de *M. sexta* y se determinó el estado de desarrollo de estas. Los datos del monitoreo sobre número de larvas vivas de las dos especies defoliasoras se consignaron en hojas de recuento, y en estas se detalló el método de evaluación, la edad de las plantas después del trasplante, el estado de desarrollo de las larvas y la presencia de oviposición y de agentes benéficos.

Cuando el umbral de daño establecido superó el nivel de cinco larvas de *C. tergemina* y de *M. sexta* en las 100 plantas revisadas por tratamiento, se ordenó la aplicación del tratamiento respectivo, con una bomba RoyalCondor, accionada con palanca, con una presión aproximada de 30 lb/pg² y boquilla de cono tipo genuina. El equipo fue calibrado antes de cada aplicación para lograr

una buena cobertura del cogollo y de las hojas de las plantas. El gasto por hectárea durante la primera etapa del cultivo ascendió a 700 litros. Cuando las plantas estaban en pleno desarrollo, el volumen de agua por hectárea superó los 1000 litros. En cada aplicación, el pH del agua se ajustó a 6, y se adicionó un gramo de Cosmo-aguas por litro. Después de regular el pH, se agregó un coadyuvante (Carrier o Inex), un ml/L de agua y finalmente se mezcló el producto biológico. Las aplicaciones se hicieron en tiempo de baja radiación solar, entre las 6:00 a. m. y las 9:00 a. m. o después de las 4:00 p. m.

Antes de la aplicación y después de uno, dos, cuatro y hasta diez días después de la aplicación, se hicieron monitoreos de *C. tergemina* y de *M. sexta* para describir los signos y síntomas de intoxicación de las larvas por *Bacillus Agrogen WP* y para calificar el control. Se registró la presencia de agentes benéficos y plagas secundarias, como también la incidencia de lluvias durante el periodo de las evaluaciones.

Para calcular el porcentaje de eficacia de los tratamientos, se empleó la fórmula de Henderson y Tilton:

$$\text{Según Henderson y Tilton, el \% de eficacia} = \frac{1 - (td \times Ta)}{ta \times Td} \times 100$$

ta = número de larvas de *Chloridea tergemina* o *Manduca sexta* en el tratamiento, antes de la aplicación.

td = número de larvas de *Chloridea tergemina* o *Manduca sexta* en el tratamiento, después de la aplicación.

Ta = número de larvas de *Chloridea tergemina* o *Manduca sexta* en el testigo, antes de la aplicación.

Td = número de larvas de *Chloridea tergemina* o *Manduca sexta* en el tratamiento testigo, después de la aplicación.

Los porcentajes de eficacia, junto con los resultados del análisis de varianza y la prueba de significancia de Duncan, permitieron calificar el comportamiento de los tratamientos y seleccionar aquellos que mostraron mayor efectividad cuando fueron comparados entre sí y con el tratamiento testigo.

Para el reconocimiento y la evaluación de la actividad de agentes benéficos en la reducción poblacional de *Chloridea tergemma* y de *Manduca sexta*, y para calificar la selectividad de Bacillus Agrogen WP sobre estas especies benéficas, se hicieron observaciones y evaluaciones en el campo en cada fecha de monitoreo, donde se examinaron las plantas y las larvas encontradas. En este proceso se detallaron, en lo posible, la familia, el género y las especies presentes de parasitoides, depredadores y entomopatógenos.

El análisis y la discusión de los resultados de la aplicación de Bacillus Agrogen WP para el control de *C. tergemma* y *M. sexta* se presentan de forma separada por localidad. La calificación del porcentaje de eficacia de los tratamientos y el análisis estadístico de los datos de infestación (número de larvas vistas en las plantas) en cada localidad y en cada fecha se hicieron de manera conjunta para las dos especies defoliadoras.

Localidad de El Cabuyal en el municipio de Candelaria, Valle del Cauca

En esta localidad, las lecturas o el monitoreo de las plagas defoliadoras del tabaco *C. tergemma* y *M. sexta* se iniciaron después de 45 días de haber sido trasplantadas las plantas. En esta fecha, la población de larvas de I y II instar, de las dos especies defoliadoras, superaba el umbral de daño establecido en los tres tratamientos, por lo que se ordenó la primera aplicación de Bacillus Agrogen WP. Después de 24 horas de la aplicación había descendido la población de larvas en los tres tratamientos, y se encontraron larvas pequeñas muertas y otras con signos y síntomas de intoxicación por *B. thuringiensis*.

Las larvas muertas, además de su quietud, presentaban coloración oscura; las larvas afectadas o intoxicadas por el producto biológico se reconocían por la lentitud en su desplazamiento, su decoloración y la presencia de manchas oscuras en su cuerpo; además, se observó daño viejo en el cogollo y cambio de ubicación de las larvas enfermas con respecto al sitio inicial donde habían sido detectadas. Cuando mueren las larvas, estas quedan suspendidas por el envés de las hojas, en especial las larvas de *Manduca*, o adheridas al follaje, cerca al cogollo, como es el caso de *C. tergemma*. En el testigo, la población de larvas se incrementó, lo cual marcaba, estadísticamente, una diferencia altamente significativa con los tratamientos.

Al calificar la efectividad de los tratamientos cuatro días después de la aplicación, periodo durante el cual la mayor población de las larvas intoxicadas de *C. tergemina* y *M. sexta* habían muerto, se encontró que el porcentaje de eficacia en el tratamiento 1 (Bacillus Agrogen WP 600 g/ha) alcanzaba un 86 %, seguido de los tratamientos 2 (Bacillus Agrogen WP 500 g/ha) y 3 (Bacillus Agrogen WP 400 g/ha), cuyo porcentaje de eficacia fue de 63 % y 66 %, respectivamente. Si bien el tratamiento 2 había presentado un porcentaje de eficacia de 81 % 24 horas después de la primera aplicación, el descenso en el control estuvo relacionado con la continua oviposición y el nacimiento de larvas de *C. tergemina* y *M. sexta* que ocurre en las plantas de tabaco al ofrecer tejidos nuevos (cogollo y hojas superiores), donde los adultos de estas plagas ovipositan.

Seis días después de la aplicación, el tratamiento 1 mantuvo excelente control de las dos especies defoliadoras, con un porcentaje de eficacia del 83 %; por su parte, la efectividad de los tratamientos 2 y 3 incrementó, pues pasó a 68 % y 77 %, respectivamente. Esta situación puede relacionarse con la ingestión del producto biológico por nuevas larvas de *C. tergemina* y *M. sexta* que nacieron después de la aplicación y que pudieron intoxicarse al consumir tejidos de la planta sobre los cuales se había realizado una correcta aplicación.

En la evaluación que se hizo diez días después de la aplicación, el tratamiento 1 conservó un porcentaje de eficacia aceptable del 74 %. Los tratamientos 2 y 3 fueron estadísticamente iguales al testigo. Lo anterior se explica por el alto nacimiento de larvas de *C. tergemina* y especialmente de *M. sexta*, cuya infestación en la fecha ascendía a 30 larvas de I y II instar en 100 plantas en el tratamiento 2 y 38 larvas en el tratamiento 3, mientras que en el testigo predominaban las larvas de *C. tergemina* en diferentes estados de desarrollo. Además de la alta población de larvas, habían transcurrido diez días de la aplicación del producto biológico. La anterior situación de infestación por larvas, acompañada de la alta población de huevos de *M. sexta* y posiblemente la alta oviposición de *C. tergemina*, cuyos huevos son de difícil detección en los tejidos del cogollo de la planta de tabaco, justificó la segunda aplicación de todos los tratamientos. Para ese momento, las plantas tenían 58 días de estar trasplantadas.

En los monitoreos realizados 24 y 48 horas después de la segunda aplicación de los tres tratamientos, se observó una alta susceptibilidad en larvas pequeñas de *M. sexta* y de *C. tergemina*, las cuales exhibían signos característicos

de intoxicación por *Bt*. Cinco días después de la segunda aplicación, los tres tratamientos tuvieron un comportamiento estadístico similar, al reducir de forma significativa la población de larvas, en contraste con el tratamiento testigo, con el cual se incrementó notablemente la infestación. Apesar de la alta población de larvas, especialmente de *M. sexta*, registrada antes de la aplicación en los tratamientos 2 y 3, el porcentaje de eficacia en estos tratamientos alcanzó niveles muy satisfactorios: 93 % y 95 %, respectivamente. Con el tratamiento 1, el porcentaje de eficacia alcanzó un 73 %, pero la continuidad en la oviposición de las especies defoliadoras mantuvo una población de larvas que superó nuevamente el umbral de daño establecido (5 larvas en 100 plantas); esto justificó la tercera aplicación de los tratamientos 2 y 3 cuando las plantas tenían 65 días de trasplantadas, y la aplicación del tratamiento 1, dos días después cuando las plantas tenían 67 días de trasplantadas.

Las lecturas de monitoreo que se hicieron 24 y 48 horas después de estas aplicaciones indicaron la expresión de signos y síntomas de intoxicación de las larvas por *Bt*. Estadísticamente hubo diferencias muy significativas de los tratamientos con respecto al testigo. Al calificar la eficacia de los tratamientos 2 y 3 cinco días después de realizar su aplicación, se encontró un porcentaje de eficacia de 83 % y 100 %, respectivamente; tres días después de la aplicación del tratamiento 1, su porcentaje de eficacia ascendía a 91 %.

Los resultados anteriores demuestran que las tres dosis de *Bacillus Agrogen* WP, correctamente aplicadas, ejercen un excelente control de *C. tergemina* y de *M. sexta*, pero es muy importante dirigir las aplicaciones cuando las larvas de estos defoliadores están pequeñas; de esta manera, se evita que larvas grandes, más voraces, causen daño económico al follaje del tabaco. Cabe anotar también la necesidad de hacer un seguimiento o monitoreo muy frecuente, en especial si se observa alta oviposición; actividad que permitirá registrar larvas en sus primeros instares o primeros estados de desarrollo. Esta información de campo advierte el umbral de daño y asegura un manejo oportuno de las plagas; así, se logró sincronizar el momento de la aplicación con el tamaño de larvas pequeñas, lo cual a su vez puede incrementar la efectividad del producto biológico.

Cuando las plantas tenían 72 días de trasplantadas, la infestación por *M. sexta* en el tratamiento 2 superaba el umbral de daño, por lo que se debió ordenar su aplicación cuando las plantas tenían 73 días de trasplantadas. Los tratamientos

1 y 3 mantenían un porcentaje de eficacia del 100 % después de 5 días de aplicado el tratamiento 1 (*Bacillus Agrogen WP 600 g/ha*) y de 7 días de aplicado el tratamiento 3 (*Bacillus Agrogen WP 400 g/ha*). Las evaluaciones hechas a las 24 y 48 horas después de la aplicación del tratamiento 2 mostraron una alta mortalidad de larvas y el proceso de su intoxicación. Cinco días después de la aplicación, el porcentaje de eficacia en el tratamiento 2 fue del 100% mientras que el tratamiento 1, once días después de su aplicación, mantenía un 79% de eficacia, y el tratamiento 3, después de 13 días de su aplicación, conservaba también un porcentaje de eficacia de 84 %. En el tratamiento testigo, las últimas evaluaciones mostraron infestaciones de una a dos larvas grandes de *C. tergemina* y de *M. sexta* por planta, que produjeron un daño severo al follaje.

Las evaluaciones o los monitoreos realizados en la localidad de El Cabuyal a partir de los 45 días del trasplante hasta cuando las plantas de tabaco tenían 78 días de trasplantadas demostraron que las especies defoliadoras del tabaco *C. tergemina* y *M. sexta* mantienen una alta incidencia durante todo el desarrollo de las plantas, en las cuales predomina el *C. tergemina* o gusano cogollero en la etapa inicial, hasta floración; de esta manera, se incrementa la población del gusano cachón o *M. sexta* a partir del descope de las plantas. Las dos especies pueden encontrarse en la etapa final del cultivo, cuando por fallas en la labor de descope las plantas vuelven a formar rebrotes.

Durante el lapso anterior de 33 días de infestación por *C. tergemina* y *M. sexta* las parcelas de evaluación de los tratamientos presentaron niveles de infestación altos: se contabilizaron 46 larvas de estos defoliadores en 100 plantas, cuando tenían 56 días de trasplantadas. En las parcelas del testigo, que no recibieron ningún tipo de control, se incrementó de manera notable la población de larvas, y se encontró una infestación de hasta 130 larvas en 100 plantas revisadas 70 días después del trasplante.

La situación anterior, analizada a partir del criterio de umbral de daño (5 larvas en 100 plantas), obligó a realizar de tres a cuatro aplicaciones de los tratamientos con el producto biológico *Bacillus Agrogen WP*. En la figura 3 se presentan los porcentajes de eficacia de los tratamientos durante el tiempo de las evaluaciones, los cuales están avalados por los resultados estadísticos. Así, los tres tratamientos, en dosis de 600 g/ha (tratamiento 1), 500 g/ha (tratamiento 2) y 400 g/ha (tratamiento 3) fueron estadísticamente diferentes al testigo después de iniciar las aplicaciones y marcaron una diferencia altamente significativa en la reducción de las poblaciones de las especies defoliadoras.

Al comparar las medias de infestación de los tratamientos y el testigo (prueba de significancia de Duncan) se encontró que las tres dosis de Bacillus Agrogen WP mostraron una efectividad muy similar en el control de *C. tergemina* y *M. sexta*, con porcentajes de eficacia que llegaron a niveles de 90 % y 100 %. Con esto se protegió a las plantas durante dos semanas, principalmente hacia el final del cultivo (figura 3).

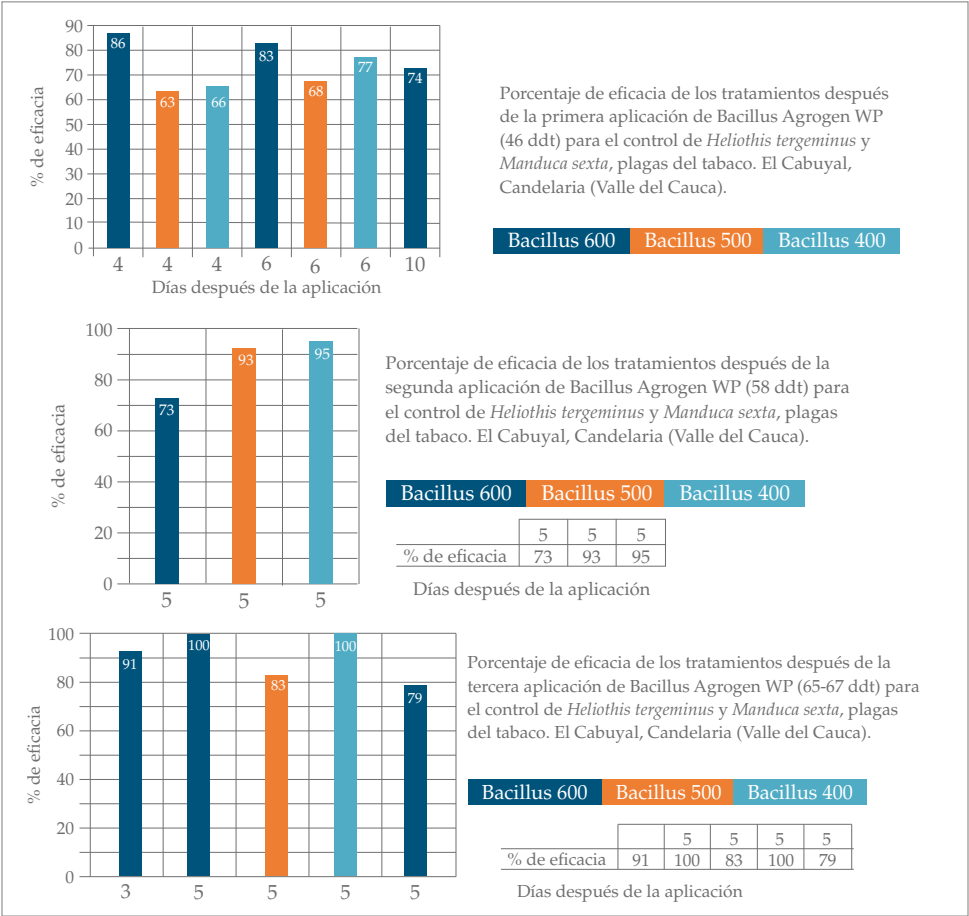


Figura 3. Evaluación de la eficacia de Bacillus Agrogen WP contra las plagas defoliadoras del tabaco, *Chloridea tergemina* y *Manduca sexta*, después de las aplicaciones del producto biológico. El Cabuyal, Candelaria (Valle del Cauca).
Fuente: Elaboración propia

En el momento de la cosecha, las hojas de las plantas de los tres tratamientos presentaban una alta sanidad comparativamente con las hojas del tratamiento testigo, las cuales mostraron daño severo por los defoliadores.

Localidad de San Carlos, Puerto Tejada, Cauca

El monitoreo de las plantas de tabaco para registrar la población de larvas de *C. tergemina* y *M. sexta* en la localidad de San Carlos, municipio de Puerto Tejada, departamento del Cauca, se inició cuando las plantas tenían 60 días después del trasplante y se encontraban en la etapa de floración. La infestación de larvas estuvo constituida especialmente por *C. tergemina*, en diferentes estados de desarrollo (I, II, III, y IV instar), en los cuales predominaban los dos primeros instares. El umbral de daño superaba el establecido en los tres tratamientos, razón por la cual se justificó la aplicación del producto biológico cuando las plantas tenían 61 días de ser trasplantadas.

A pesar de que hubo una lluvia ligera cinco horas después de la aplicación, el monitoreo que se realizó al transcurrir 24 horas registró larvas intoxicadas y muertas. Cuatro días después de la aplicación se calificó el control, y se halló una alta efectividad de Bacillus Agrogen WP, con porcentajes de eficacia de 100 % para los tratamientos 1 y 3, y de 85 % en el tratamiento 2. Siete días después de la aplicación, los porcentajes de eficacia permanecieron en 100 % en los tratamientos 1 y 3, y en el tratamiento 2 se incrementó a 96 %. En el testigo, la población de larvas de *C. tergemina* y *M. sexta* mostró incremento. Estos resultados vuelven a confirmar la eficacia del control de Bacillus Agrogen WP cuando se hace una correcta aplicación del producto biológico, en la cual se tiene como base la sincronización del umbral de daño, con la presencia de larvas pequeñas de los defoliadores. En este caso, podemos anotar el buen control de Bacillus Agrogen WP ejercido también sobre larvas medianas y grandes de *C. tergemina*, y la prolongada protección que brinda el producto biológico contra las plagas lepidópteras (figura 4).

Cuando las plantas tenían 87 días de haber sido trasplantadas recibieron la segunda aplicación de los tratamientos 1 y 2, pues presentaron una infestación alta de larvas en todos los estados de desarrollo, con predominio de larvas de II y III instar, de las dos especies de defoliadores. La infestación en el tratamiento 2 no alcanzaba en el momento el umbral de daño de cinco larvas en 100 plantas, por lo cual este tratamiento no se aplicó. Cuatro horas después de la aplicación se presentó una lluvia cercana a 10 mm. Al calificar el control dos días después de la aplicación se observó que la lluvia no había afectado la mortalidad de las larvas; de esta manera, se encontró un porcentaje de

eficacia de 97% en el tratamiento 1 (600 g/ha de Bacillus Agrogen WP) y de 96% en el tratamiento 3 (400 g/ha de Bacillus Agrogen WP).

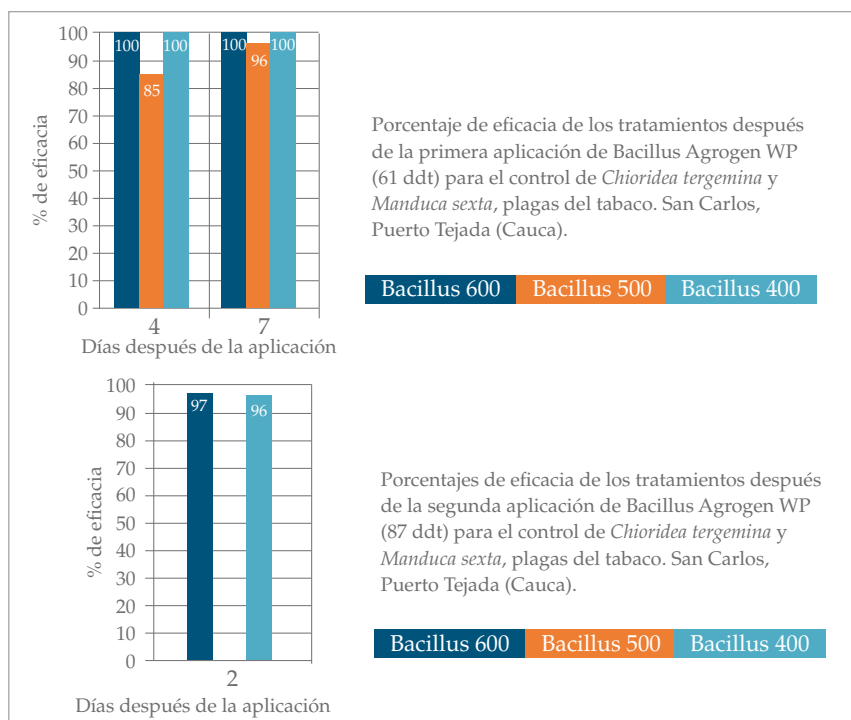


Figura 4. Evaluación de la eficacia de Bacillus Agrogen WP contra las plagas defoliadoras del tabaco, *Chloridea tergeminata* y *Manduca sexta*, después de aplicar el producto biológico. San Carlos, Puerto Tejada (Cauca).

Fuente: Elaboración propia

El magnífico control ejercido por los tres tratamientos de Bacillus Agrogen WP en la localidad de San Carlos, en las dos aplicaciones que superaron niveles de eficacia de 85%, hasta llegar a un 100% una semana después de hecha la aplicación, permite determinar que la dosis que se use debe fluctuar entre 400 y 600 gramos de Bacillus Agrogen WP por hectárea, dependiendo del grado de infestación y del tamaño de larvas.

Además de la calificación de la efectividad de los tratamientos según el porcentaje de eficacia (figura 4), los resultados están avalados estadísticamente, lo que demuestra que existen diferencias muy significativas entre el comportamiento de los tratamientos con Bacillus Agrogen WP y el tratamiento

testigo. De acuerdo con la prueba de significancia de Duncan, las tres dosis de *Bacillus Agrogen WP* mostraron una efectividad similar en el control de *C. tergemina* y *M. sexta* como plagas defoliadoras del tabaco.

Selectividad de *Bacillus Agrogen WP* hacia los agentes de control biológico natural de *Chloridea tergemina* y *Manduca sexta* en tabaco

En las dos localidades, en especial hacia el final del periodo vegetativo, se pudieron reconocer varias especies benéficas que actuaban sobre las dos plagas defoliadoras. Como parasitoide más importante de larvas de *Manduca sexta* se encontró el parasitoide *Apanteles* sp., posible *congregatus* (Hymenoptera: Braconidae), el cual se observó parasitando larvas medianas y grandes. El *Campoletis* sp., posible *sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae), fue el parasitoide más importante de larvas pequeñas de *C. tergemina* hallado en la localidad de San Carlos, con un parasitismo natural que ascendió al 30 %, el cual pudo determinarse en el campo al revisar de forma aleatoria el cogollo de plantas para contabilizar las larvas presentes de *C. tergemina* y el número de estados biológicos del parasitoide.

La presencia de estos dos agentes benéficos y el incremento de su actividad sobre las larvas de los defoliadores que se encontraban en las plantas del testigo y en las plantas de los tratamientos que recibieron aplicaciones de *Bacillus Agrogen WP* comprueban la alta selectividad del producto biológico hacia los reguladores naturales de control. Además de los anteriores benéficos, se pudo reconocer la actividad depredadora de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), en la cual se interactuaba con larvas de especies de moscos depredadores de la familia Syrphidae en el control de áfidos y con adultos de depredadores de larvas lepidópteras, entre los que se destacan *Polistes erythrocephalus* (Latreille) (Hymenoptera: Vespidae), *Podisus* sp. (Hemiptera: Pentatomidae) y varias especies de arañas (Arachnida: Araneae).

Es importante destacar que esta fauna benéfica puede incrementarse y diversificarse en lotes comerciales de tabaco si los agricultores eliminaran el uso de insecticidas de amplio espectro y utilizaran alternativas selectivas como el *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*.

Referencias

- Blanco, C. A., Terán-Vargas, A. P., López Jr., J. D., Kauffman, J. V., & Wei, X. (2007). Densities of *Heliothis virescens* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in three plant hosts. *Florida Entomologist*, 90(4), 742-750. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2007\)90\[742:DOHVAH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2007)90[742:DOHVAH]2.0.CO;2)
- Calderón Oviedo, G. R. (2015). *Sector tabacalero: caracterización ocupacional*. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
- Fernández, Y., Clavijo, J., & Romero I. (1990). Especies del complejo *Heliothis virescens* (Fabricius, 1977) (Lepidoptera: Noctuidae) y sus plantas hospederas en Venezuela. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 16, 169-175.
- Gamboa, P. (1987). Biología y comportamiento del minador de la hoja del tabaco *Phthorimaea operculella* (Zeller). XII Jornadas Agronómicas. Maracay (Venezuela).
- García Roa, F. (1976). El complejo *Heliothis*, sus huéspedes y sus hábitos. *Revista Colombiana de Entomología*, 2(3), 75-94. <https://doi.org/10.25100/socolen.v2i3.10415>
- García Roa, F., Mosquera, A. T., Vargas S., C. A., & Rojas A., L. (1999). Manejo integrado del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) [Boletín divulgativo n.º 265]. Corpoica. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1163>
- Howard, L. O. (1930). *A history of Applied Entomology (Somewhat Anecdotal)*. Smithsonian Institution.
- Kondo, T., Manzano, M. R., & Cotes, A. M. (2021). Control biológico en Colombia. En J. C. van Lenteren, V. H. P. Bueno, M. G. Luna, & Y. C. Colmenarez (Eds.), *Control biológico en América Latina y el Caribe: su rica historia y futuro brillante* (pp. 131-172). Editorial Acribia S. A.
- Valderrama Olaya, K., Valencia Pizo, E., & Granobles Cruz, J. (2006). *Diseño e implementación de un manejo integrado de plagas - MIP para el cultivo del tabaco (Nicotiana tabacum) en Colombia*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR); Bayer CropScience S. A. <http://biblioteca.digital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4113/1/001.pdf>
- Vanegas, D. M., Navarro, R. A., Alfánador, L., Gutiérrez, J. A., Morales, J. G., & Gaviria, B. M. (2022). Characterization of *Phytophthora nicotianae* isolates from tobacco plants (*Nicotiana tabacum*) in Colombia. *Revista Ceres*, 69(1), 78-91. <https://doi.org/10.1590/0034-737x202269010011>

Semblanzas a la investigadora Fulvia García Roa

Cuando arribé al Centro Nacional de Investigación Palmira, en 1984, encontré un maravilloso escenario de investigación, todavía impregnado del impacto generado por la revolución verde a través de cultivos tan importantes como el arroz, el maíz y el frijol. Pero era también muy evidente que el centro de investigación ya había detectado, a través de sus investigadores, que el siguiente reto estaría en el manejo integrado de plagas en esos cultivos de alta productividad. Desde entonces, Fulvia y su equipo de trabajo venían generando la información necesaria para complementar los grandes avances científicos de la época con la identificación y caracterización de plagas, así como su manejo integrado. Su espíritu y su gran capacidad de observación le advirtieron que había que pasar del manejo químico de plagas al control biológico a partir de diversas estrategias. Fue así como abordó con entusiasmo la generación de conocimiento en la aplicación del control biológico para cultivos tan importantes como el arroz, el maíz, el frijol, el algodón, el cacao y varios frutales de importancia económica en Colombia.

Tuve la fortuna de ser su compañero, más bien su alumno, por un corto periodo entre 1984 y 1986, haciendo frente a epidemias tan devastadoras como el complejo *Sogatya-VHB* en arroz. Conocí su inmensa calidad humana, pero también su espíritu de maestra, que le permitió escribir y enseñar a varias generaciones de investigadores y productores, yendo a los más distantes confines del país a mostrar el producto de su trabajo. Por esta razón, AGROSAVIA quiere reconocer a la investigadora Fulvia García como un ícono de la investigación entomológica en Colombia y destacarla como un ejemplo para las generaciones actuales y futuras de investigadores en el sector agropecuario.

A Fulvia García Roa en su homenaje de reconocimiento a su trabajo por ser pionera del control biológico de plagas agrícolas en Colombia.

Diego Aristizábal Quintero

Director Centro de Investigación Palmira, AGROSAVIA



Cuatro ninfas de un chinche depredador, probablemente *Podisus* sp.
(Hemiptera: Pentatomidae) devorando a un chinche adulto de otra familia.

Colombia es un país pionero en América Latina en el área del control biológico, que comenzó hace aproximadamente 40 años, cuando se establecieron pequeños insectarios para la cría masiva de parasitoides y así controlar gusanos barrenadores de la caña de azúcar. Después el país se convirtió en un líder regional en la producción de enemigos naturales y bioplaguicidas (Kondo et al., 2021). En Colombia, el control biológico aumentativo se aplica intensivamente en el departamento del Valle del Cauca, donde se liberan de manera periódica varias especies de avispidas del género *Trichogramma* en aproximadamente 200.000 hectáreas cultivadas con algodón, caña de azúcar, sorgo, soya, tomate y yuca (van Lenteren & Bueno, 2003). El uso de *Trichogramma* en combinación con entomopatógenos como el *B. thuringiensis* es una práctica establecida en el país.

Los aportes de la investigadora Fulvia García a diversos sistemas productivos se soportan en el relacionamiento estrecho con productores y colegas para las generaciones de soluciones basadas en tecnologías.

Si yo cojo ese pseudotallo y lo fraccio, hago que se seque [...], el picudo de plátano no progresa, porque está seco el material. Esta es una práctica mecánica para acabar la plaga. Yo combiné esa práctica con aplicación en trampas de un hongo benéfico que se llama *Beauveria bassiana*. Cada día se colocaban trampas con el hongo para que el adulto del picudo *Cosmopolites* tocara ahí y se enfermara, le diera el hongo. Esto funcionó bastante bien. El agricultor quedó muy contento con la práctica mecánica y con el hongo. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Debido a que se considera de vital importancia el uso de los insumos biológicos *Trichogramma* spp. o *B.thuringiensis* (Bt) en la implementación de programas de MIP que registran especies lepidópteras de importancia económica en cultivos como algodón, banano, flores, frutales, hortalizas, maíz, palma de aceite, plátano, sorgo, soya, tabaco, yuca y otros cultivos con plagas lepidópteras, se amplía en este capítulo la información y se dan recomendaciones para la optimización de técnicas que conduzcan a un manejo exitoso de estos dos insumos.

Trichogramma

El género *Trichogramma* Westwood fue descrito en 1883 y clasificado en el orden Hymenoptera, familia Trichogrammatidae; incluye muchas especies que han sido bien estudiadas y popularizadas en el mundo.

Estas avispas parasitan los huevos de insectos plaga y solo actúan cuando los huevecillos de los insectos plaga se encuentran presentes en el cultivo (Florida, 2009).

Yo usé *Trichogramma* como base de todo mi trabajo, en plagas lepidópteras, en varios cultivos [...], después de las liberaciones, yo veía que eso mejoraba y mejoraba en algodón, en tomate [...] y así al nivel de productores. Después de siete años, fueron cambiando las situaciones, se recuperó la fauna benéfica, el *Trichogramma* estaba trabajando muy bien, los agricultores lo estaban adoptando, porque veían la claridad de los resultados.

(Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Técnicas para el manejo eficiente del parasitoide de huevos *Trichogramma* spp. en el manejo de plagas lepidópteras

La tecnología de producción y el manejo del parasitoide de huevos *Trichogramma* spp. generada en Colombia ha sido exitosa en el manejo biológico de varias especies plagas lepidópteras de importancia económica en diferentes cultivos, gracias a la acción conjunta de productores particulares del insumo, que multiplican cepas nativas utilizando métodos artesanales muy eficientes; de trabajos de investigación aplicada que definieron técnicas de liberación oportuna del insumo biológico, sincronizada con la aparición y densidad de las plagas, y de la expedición de normas oficiales que regulan la calidad de producción y el uso de este insumo biológico.

La investigación aplicada centró sus esfuerzos en determinar la efectividad de las especies nativas *Trichogramma pretiosum* (Riley) y *Trichogramma exiguum* (Pinto & Platner) y de la especie introducida *Trichogramma atopovirilia* (Oatman & Platner) en los lepidópteros plaga de mayor importancia económica en cultivos de zonas cálidas, como el departamento del Valle del Cauca, Colombia. Los primeros estudios se enfocaron en el cultivo del algodón, en el cual el complejo de lepidópteros de la familia Noctuidae, e. g., *Chloridea virescens* (Fabricius), *Helicoverpa zea* (Boddie) y *Alabama argillacea* (Hübner) demandaban más de 20 aplicaciones de químicos para su control (Chirinos et al., 2020).

La continuidad de los trabajos de liberación de las especies parasitoides de huevos y su evaluación en el campo demostraron la alta efectividad de especies de parasitoides de huevos del género *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). La transferencia de esta tecnología de control biológico inducido y su adopción por parte de los agricultores algodoneros del Valle del Cauca, y de otras zonas algodoneras del país, produjo una reducción gradual del control químico y posteriormente su desplazamiento.

En el cultivo de tomate, las liberaciones de *T. pretiosum* y *T. exiguum* para el control de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), integradas con aspersiones de *Bt* y con la acción del parasitoide nativo de larvas de *T. absoluta*, el *Apanteles gelechiidivoris* Marsh (Hymenoptera: Braconidae), permitieron desplazar más de 40 aplicaciones de mezclas de insecticidas, con una frecuencia casi diaria que realizaba el agricultor en esta hortaliza (García Roa, 1990).

El cultivo de la soya recibía de tres a cinco aplicaciones de insecticidas para el control de varias plagas del follaje y de las vainas, entre ellas *Anticarsia gemmatalis*, *Chloridea virescens*, *H. zea*, *Macaria abydata* Guenée (Lepidoptera: Geometridae) y *Omiodes indicata* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae), y varias especies de chinches de la familia Pentatomidae (Hemiptera) y crisomélidos (Coleoptera: Chrysomelidae). Después de un proceso de investigación aplicada liberando las especies nativas del parasitoide de huevos, se logró manejar las poblaciones de las especies plagas lepidópteras, recuperar la fauna benéfica de los chinches y conseguir descensos notables en la población de crisomélidos. Esta tecnología fue adoptada por los agricultores y los equilibrios biológicos de los ecosistemas sojeros fueron establecidos.

En otros cultivos, por ejemplo, de caña de azúcar, cucurbitáceas, frijol, hortalizas, maíz, sorgo, yuca y algunos frutales, la efectividad del parasitoide contra plagas lepidópteras ha sido comprobada (Kondo et al., 2021). En todos ellos, se aplica la misma tecnología de liberar oportunamente y de forma sincronizada y proporcional con la densidad de las poblaciones plaga.

Las primeras investigaciones sobre el manejo de *Trichogramma* spp. en el campo las realizó el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Los estudios acerca de parasitoides de huevos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) como plaga del maíz y otras gramíneas fueron adelantados por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica, ahora AGROSAVIA) y el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Pronatta). En estos estudios, se encontró que las especies *T. exiguum* y *T. atopovirilia*, en conjunto con *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae), pueden regular las altas poblaciones de *S. frugiperda*.

Tecnología de liberación de *Trichogramma* spp.

En Colombia, se han evaluado dos métodos para la liberación de *Trichogramma* spp., el inoculativo y el inundativo. Para los dos casos la técnica incluye: 1) liberar el estado adulto del parasitoide; 2) utilizar la especie más eficiente para cada plaga; 3) emplear la dosis adecuada según las poblaciones que se van a manejar; 4) hacer una correcta distribución del benéfico en el cultivo, y 5) usar un insumo biológico que cumpla con las normas de calidad exigidas por el ICA, que es la entidad oficial que vela por la sanidad agropecuaria del país.

El método inoculativo de liberar el estado adulto del parasitoide inmediatamente se detectan los primeros adultos de las especies plagas y sus primeros huevos marca el inicio de un programa de liberaciones periódicas a través del desarrollo del cultivo, y es la acción más importante de la cual depende el éxito de un programa de liberaciones. El monitoreo indicará la presencia de las plagas, el inicio y el grado de la oviposición, y la frecuencia de las liberaciones que generalmente deben realizarse cada semana, con el fin de sincronizarlas con los picos de oviposición fresca de los lepidópteros. Cuando se constate el descenso de la población plaga, como consecuencia del alto parasitismo alcanzado, se puede considerar finalizado el programa de liberaciones en el ciclo del cultivo.

En la mayor parte de los cultivos que han recibido liberaciones de *Trichogramma* spp., ha sido por el método inoculativo. La continuidad de la práctica de liberaciones a nivel de finca y de región provoca una respuesta cada vez mayor de parasitismo en huevos de las diferentes plagas y, en consecuencia, una mejor protección al follaje y a las estructuras reproductivas de cada cultivo. A medida que la práctica de liberaciones se intensifica y se extiende en una localidad, el saneamiento de los ecosistemas es mayor y trae como resultado la recuperación y el resurgimiento de una gran diversidad de agentes benéficos nativos que, a su vez, van a reforzar el control biológico inducido con *Trichogramma* spp. u otras especies benéficas.

Junto a los parámetros anteriores de calidad del insumo, de dosis adecuada, de frecuencia y monitoreo de campo, de oportunidad y sincronización de las liberaciones, y de continuidad del programa hay otro factor que contribuye a una alta efectividad del parasitoide: su correcta distribución en las plantas infestadas. Debe distribuirse uniformemente en el cultivo, acercando la boca del porrón o frasco de liberación a las plantas para facilitar el paso de los adultos de *Trichogramma* spp. y asegurar así la búsqueda por parte del benéfico de los huevos frescos de la plaga.

El método de liberar *Trichogramma* spp. de forma inundativa se ha utilizado para el manejo biológico de los huevos de *S. frugiperda* como plaga del maíz. La investigación adelantada con las especies *T. exiguum* y *T. atopovirilia* indica que deben liberarse estos dos benéficos de manera independiente o integrada con *T. remus*, en dosis relativamente altas, durante las primeras tres semanas de desarrollo de las plantas, cuando ocurre la mayor oviposición de *S. frugiperda* para lograr altos niveles de parasitismo.

Esta práctica inundativa, que se inicia desde el primer día de la emergencia de las plántulas de maíz, favorece una alta concentración de la población de los benéficos que continúan emergiendo y parasitando más huevos colocados por la plaga en las etapas subsiguientes de desarrollo de las plantas.

Respecto a la dosis que se sugiere utilizar de *Trichogramma* spp., esta depende de varios factores: 1) de cada especie plaga; 2) de su densidad de población; 3) de la diversidad de especies por controlar en el cultivo, y 4) de la población de plantas infestadas y de otros factores que afecten el comportamiento del parasitoide. Es importante que el insumo biológico proceda de una cepa

nativa y que sea multiplicado con las mismas condiciones climatológicas del lugar donde se va a liberar. En las publicaciones *Guía de insumos biológicos para el manejo integrado de plagas* (Harmonía Corporación para el Desarrollo de Insumos y Servicios Agroecológicos, 2014) y *Control biológico de plagas: manual ilustrado* (García Roa, 2000), se ilustra y describe ampliamente la tecnología sobre el manejo de *Trichogramma* spp. y de *Bt*, y se dan recomendaciones sobre las dosis que se deben aplicar de cada insumo biológico en diferentes cultivos.

La experiencia colombiana de más de 50 años en producción y uso de *Trichogramma* spp. como insumo biológico en diferentes cultivos permite calificar esta tecnología como una herramienta muy valiosa para la implementación de MIP. Estos programas deben integrarse con otras medidas de manejo compatibles con el control biológico natural e inducido, como son las medidas culturales, microbiológicas (e. g. *Bt*), físicas, mecánicas y medidas no convencionales.

La reducción en los costos relacionada con el control de plagas y las ventajas ecológicas derivadas del saneamiento ambiental, acompañadas de una mayor calidad de vida para los productores, consumidores y operarios del campo, incrementan los beneficios de esta oferta tecnológica de producción y uso de *Trichogramma* spp., conocida y difundida a nivel mundial.

Técnicas para optimizar la efectividad de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* en el control de plagas lepidópteras en cultivos

El *B. thuringiensis* var. *kurstaki* es una alternativa muy importante en la implementación de programas de MIP lepidópteras, de diferentes cultivos en Colombia (Kondo et al., 2021), así como en otras regiones del mundo. La característica de ser un producto biológico que intoxica las larvas de especies plagas, actuando por ingestión, exige cuidados en su manejo y aplicación.

El *B. thuringiensis* o *Bt* es una bacteria que durante su esporulación produce esporas y cristales; estos últimos son endotoxinas que confieren a las formulaciones del producto su poder insecticida, y que al ser ingeridas por las larvas entran en un proceso de solubilización, de activación por enzimas

proteolíticas dentro del intestino medio del insecto, el cual mantiene, por lo general, un medio básico; después, ocurre el reconocimiento de receptores, la formación de poros, el desbalance osmótico, la ruptura de células, la septicemia y la muerte final de las larvas (United Nations Environment Programme et al., 1999). Este proceso de intoxicación puede ocurrir dentro de unas pocas horas y las larvas afectadas dejan de alimentarse, presentan signos y síntomas como decoloración, manchas oscuras, lentitud en su desplazamiento, flacidez y cambio del sitio habitual de alimentación, hasta que mueren.

Conociendo la importancia que tiene el proceso de intoxicación de *Bt* dentro del insecto y de la necesidad de asegurar la ingestión de los cristales para causar mortalidad en las larvas, se han revisado, evaluado y estudiado las recomendaciones de investigadores que indican técnicas que ayudan a incrementar la efectividad del producto biológico. Estas se describen a continuación.

Evitar la desnaturalización del cristal: es necesario partir de un formulado fresco, dentro de su empaque original. Para mantener estable el cristal es conveniente acidificar el agua antes de colocar el bioinsecticida. El pH del agua debe ser cercano a seis, valor que se obtiene al adicionar un gramo de Cosmo-aguas a un litro de agua, o un ml de ácido acético del 2 %, a un litro de agua. Esta condición de acidez del agua evitará la desnaturalización de la proteína tóxica o cristal.

Adición de un adherente a la solución: asegura la permanencia de la solución del bioinsecticida aplicado y ayuda a una mejor distribución sobre el follaje. Es el paso siguiente a la acidificación del agua.

Preparación de una premezcla: para disolver el formulado, si es polvo, se recomienda hacer una premezcla tomando parte del agua preparada, luego se coloca el producto y se agita; vaciar al total de agua por utilizar y agitar. Esta operación evitará taponamiento de boquillas y garantizará una solución homogénea.

Hacer una correcta aplicación: para asegurar la ingestión del cristal por parte de las larvas, es necesario cubrir uniforme y completamente los tejidos de los cuales ellas se están alimentando. La aspersión debe dirigirse por el haz y el envés de las hojas, y colocarse en los cogollos o tejidos tiernos donde se

inician los daños de varios defoliadores. Se recomienda hacer, previamente, una calibración del equipo para llevar a cabo la práctica y su aplicación, mejor en horas de baja radiación.

Oportunidad de la aspersión: la efectividad de *Bt* se incrementa cuando las aplicaciones se dirigen hacia larvas en sus primeros instares, cuando son más susceptibles y es menor el daño realizado al follaje o a las estructuras de las plantas.

Sincronización de la aplicación con el umbral de daño: para cada cultivo y grupo de plagas defoladoras existe un grado de infestación o umbral de daño establecido. El monitoreo frecuente advierte estos niveles, que por lo general se pueden sincronizar con la presencia de larvas pequeñas, y así determinar el momento óptimo de la aplicación

Porcentaje de eficacia: la calificación de control del bioinsecticida depende de varios factores, entre ellos el grado de infestación, el tamaño de las larvas, las condiciones climatológicas o el lavado por lluvias, la cobertura hecha a las plantas, la dosis utilizada y otros factores bióticos y abióticos. Si las larvas muestran signos y síntomas de intoxicación pueden morir unas horas después; esto generalmente ocurre en larvas pequeñas (instares I-II-III), y en larvas de mayor desarrollo su muerte puede determinarse dos o tres días después de la aspersión de *Bt*, pero el efecto letal comienza pocas horas después de recibir la aplicación, cuando la larva intoxicada deja de alimentarse.

Determinación de dosis: la susceptibilidad de cada especie lepidóptera a una formulación comercial de *B. thuringiensis* var. *kurstaki* va a depender del reconocimiento que los genes o cry que forman el cristal hagan del receptor o receptores ubicados dentro del insecto (Portela-Dussán et al., 2013), mientras que la toxicidad dependerá de la formación de poros (Sauka & Benintende, 2008). Este proceso de mortalidad causada por el producto biológico exige la determinación de dosis letal para cada plaga (Sauka & Benintende, 2008).

Aplicando las técnicas recomendadas para optimizar la efectividad de *Bt*, la empresa Agroquímicos Genéricos S. A. realizó de 2003 a 2005 pruebas de eficacia de una cepa de *Bt* codificada como CNCCC, con una potencia de 32.000 U. I./mg, concentración de 6,4 % y una caracterización realizada por la

Corporación de Investigaciones Biológicas, la cual indica que está constituida por los genes: cry 1Aa, cry 1Ab, cry 1Ac, cry 1C, cry 1D, cry 2. La evaluación de la efectividad y selectividad de esta cepa, conocida comercialmente como Bacillus Agrogen WP, se realizó en lotes experimentales, demarcados dentro de áreas comerciales de cultivos de maíz; se evaluó su acción y se determinó la dosis óptima (1,0-1,5 kg/ha) contra *S. frugiperda* (García et al., 2004) en cultivos de tabaco, evaluando la dosis óptima (400-600 gramos/ha) contra las principales especies defoliadoras de esta Solanaceae, *Chloridea tergemina* (Felder & Rogenhofer) (Lepidoptera: Noctuidae) y *Manduca sexta* (Linnaeus) (Lepidoptera: Sphingidae) (García Roa et al., 2005a, 2005b); asimismo, en plantaciones de plátano y banano, determinando la dosis óptima (500-750 gramos/ha) contra las especies defoliadoras *Antichloris* sp. (Lepidoptera: Erebidae), *Opsiphanes* spp. (Lepidoptera: Nymphalidae) y *Oiketicus kirbyi* Guilding (Lepidoptera: Psychidae) (García Roa, 2007).

Es importante recordar que el monitoreo de plagas es fundamental para orientar y advertir la oportunidad y sincronización de las aplicaciones de *B. thuringiensis*; de igual forma, que un correcto manejo del producto biológico y su educada aplicación optimizan su efectividad en el control de plagas lepidópteras en cualquier cultivo (Bernal et al., 2000).

Existen en Colombia otras formulaciones de *B. thuringiensis* var. *kurstaki* conocidas comercialmente con los nombres de Dipel y de Thurilav, las cuales se han utilizado para el manejo de plagas lepidópteras defoliadoras en diferentes cultivos, con resultados satisfactorios cuando se hace un correcto manejo en su aplicación. Todas las formulaciones de *Bt* que se comercializan en Colombia proceden de Europa, Asia o Estados Unidos. Cabe destacar que en el *Manual de uso de Bacillus thuringiensis para el control de plagas en agricultura* (Jaramillo et al., 2005) se consigna información y recomendaciones para el manejo correcto de este producto biológico.

Referencias

- Bernal, B., Rivero, L., Fernández, E., & Pérez, W. (2000). Manejo integrado de plagas en híbridos de tomate bajo condiciones de cultivo protegido. *Fitosanidad*, 5(1), 57-61.
- Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta Bravo, S., Solis, L., & Geraud-Pouey, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 84-99. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1276
- García Roa, F. (1990). Effectiveness of *Trichogramma* spp. in biological control programs in the Cauca Valley, Colombia. En E. Wajnberg, & S. V. Vinson (Eds.), *Trichogramma and other egg parasitoids: 3rd International Symposium* (pp. 197-199). Institut National de la Recherche Agronomique.
- García Roa, F. (2000). *Control biológico de plagas: manual ilustrado*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- García Roa, F. (2007). Manejo biológico de plagas defoliadoras en plátano y banano. *Revista Asiava*, (77), 9-11.
- García Roa, F., Varón, R. U., & Ramírez, I. E. (2004). Control microbiológico del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Revista Asiava*, (64), 27-30.
- García R., F., Varón R., U., & Arias, M. (2005a). Manejo de *Bacillus Agrogen* WP nueva cepa de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* en el control de plagas defoliadoras. En *Resúmenes XXXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología*.
- García R., F., Varón R., U., & Arias, M. (2005b). Evaluación de una cepa de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* para el control de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta*, plagas defoliadoras en tabaco. En *Resúmenes XXXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología* (p. 82).
- Harmonía Corporación para el Desarrollo de Insumos y Servicios Agroecológicos. (2004). *Guía de insumos biológicos para el manejo integrado de plagas*.
- Jaramillo R., L., López A., E., Atehortúa, O. P., García R., F., & Orduz, P. S. (2005). *Manual de uso de Bacillus thuringiensis para el control de plagas en agricultura*. Agrogen; Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB); Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

- Kondo, T., Manzano, M. R., & Cotes, A. M. (2021). Control biológico en Colombia. En J. C. van Lenteren, V. H. P. Bueno, M. G. Luna, & Y. C. Colmenarez (Eds.), *Control biológico en América Latina y el Caribe: su rica historia y futuro brillante* (pp. 131-172). Editorial Acribia S. A.
- Portela-Dussán, D. D., Chaparro-Giraldo, A., & López-Pazos, S. A. (2013). La biotecnología de *Bacillus thuringiensis* en la agricultura. *Nova*, 11(20), 87-96. <https://doi.org/10.22490/24629448.1031>
- Sauka, D. H., & Benintende, G. B. (2008). *Bacillus thuringiensis*: generalidades: Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. *Revista Argentina de Microbiología*, 40(2), 124-140.
- United Nations Environment Programme [UNEP], International Labour Organization [ILO], & World Health Organization (WHO). (1999). *Microbial pest control agent: Bacillus thuringiensis*. World Health Organization (WHO).



Mosca ladrona o mosca asesina (Diptera: Asilidae).
Estos depredadores generalistas cazan insectos en el vuelo.



Semblanzas a la investigadora Fulvia García Roa

Quiero destacar que tuve el privilegio de compartir con la doctora Fulvia García Roa la creación de su publicación de entomología, de la que fui partícipe en la diagramación y en la recopilación del material fotográfico, que en su momento fue muy destacada porque ayudó a dar a conocer las diversas clases de insectos. El material fotográfico fue clave principal para dicha publicación, en la cual Fulvia con su aporte científico constituyó una lista de insectos, y de esta manera aportó los resultados más relevantes de su investigación, que sirvió como fundamento para la publicación. Fue muy valioso para mi poder haberla asistido. Aunque no soy investigador, ayudé para que el documento, que reunía los resultados de sus años de trabajo y que era novedoso para la comunidad científica, fuera publicado. Estos trabajos de la doctora Fulvia valía la pena que fueran destacados de modo especial.

En su momento, la reproducción de la literatura científica era muy escasa y el aporte de la doctora Fulvia fue muy importante debido a sus conocimientos y la cantidad de artículos que se pueden encontrar de ella como investigadora. Para mí es significativo resaltar su labor. Esta publicación se trata de un recurso más del que dispone la comunidad, ya sea el agricultor para que conozcan los insectos con los que se tiene que enfrentar a diario, o el estudiante que están ingresando al fascinante mundo de la entomología.

Para finalizar, quiero destacar su valor humano, porque los aportes de las personas para ella eran importantes. El valor del ser humano lo perfecciona de manera tal que lo hace más humano, por ejemplo, su humildad la hacía ganadora del respeto por parte de los demás.

James Peñaloza Acosta
Auxiliar de gestión documental
(retirado).



Mariposa azul de cola larga *Rhetus arcus* (Linnaeus, 1763) (Lepidoptera: Riodinidae).

Capítulo V

Aprendizajes y perspectivas de la experiencia de vida: lo que hay que decir respecto al manejo integrado de plagas

Yo me puse a trabajar en el campo, mirando las muestras, estudiándolas, manejándolas con un equipo óptico, y fui entendiendo... ¡fui entendiendo!

Fulvia García Roa (2022)

La experiencia en su conjunto esboza aprendizajes que muestran con bastante claridad la manera como la investigadora Fulvia García Roa estructuró su quehacer. Los aportes tecnológicos que pueden tenerse en cuenta en diversos sistemas productivos la llevaron a consolidar su postura respecto al relacionamiento con actores del sector agropecuario para la construcción de conocimiento colectivo. De esta manera, la investigadora les otorgaba voz y relevancia a los productores, hasta el punto de compartir los resultados a nivel internacional. Teniendo en cuenta este contexto, en el presente capítulo se abordan aprendizajes derivados de sus trabajos en MIP, transferencia de tecnología y algunos apuntes sobre género y su condición de pioneras en espacios agrarios.

En este contexto, se pueden enunciar algunos de sus principales aprendizajes:

Sobre el manejo integrado de plagas (MIP), en la consolidación de su perfil como entomóloga, científica y pionera, la investigadora menciona:

Yo hacía mi trabajo como investigadora, de una investigación aplicada donde usaba mucho el campo aquí en el centro para hacer mis lecturas y evaluaciones. Cuando yo estaba segura, eso fue con el tiempo; eso no fue, de un semestre a otro. Yo en tomate duré más de siete años sacando un programa de manejo biológico para la plaga más importante, el cogollero del tomate. Cuando ya tenía claro eso, que tenía que liberar *Trichogramma* y *Bacillus thuringiensis*, para limpiar fuertemente el ecosistema del tomate,

encontré que aquí mismo en el centro había una avispa que se llama *Apanteles*, un enemigo natural que estaba haciendo un control biológico, sola, ¡importantísimo! Yo estaba midiendo eso también y entendía que un ecosistema limpio permitía a esa avispa trabajar bien. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

En ese sentido, es clave el rol del investigador a cargo, el cual, según Fulvia García, compromete su conocimiento y la comprensión de la naturaleza como bien común. De este modo, “el entomólogo, el especialista o el técnico tienen que cuidar su ecosistema, dejar de aplicar tantos venenos, para que la fauna benéfica prospere y funcione aquella que nace de forma inducida, liberando” (Fulvia García, comunicación personal, 2022). Respecto a la situación actual del país, menciona:

Colombia, a pesar a lo que se ha hecho en caña de azúcar, de lo que ha hecho la Federación de Cafeteros, de lo que hizo Corpoica, el ICA [...] ¡Colombia tiene liderazgo!, me da pena decirlo, pero yo hago falta [risas], hago falta; yo me tomé en serio mi papel de investigadora y transferidora. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

En temas de control biológico, la investigadora consideró aprendizajes que cuestionan la manera como se adoptan los resultados de la investigación. En este sentido,

[...] teóricamente todo el mundo lo acepta, pero hace falta ponerlo en práctica. Pero para ponerlo en práctica hay que saber producir insumos de alta calidad. Al ICA le corresponde supervisar la calidad de los insumos biológicos [...], mantener la calidad para que trabajen bien en el campo. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Al respecto, es necesario esbozar opciones orientadas a “buscar alternativas al control químico, otros componentes y alternativas al control químico” (Fulvia García, comunicación personal, 2022). Dichas opciones no surgen de la nada, sino que requieren un trabajo que vincule la teoría y la práctica para generar saberes pertinentes tanto para los productores como para los ecosistemas. Desde la experiencia, la investigadora, que combina estos dos elementos, recuerda que:

Por allá me fui a la zona bananera, por allá al norte de Colombia. Allá estuve haciendo unas evaluaciones, que el *B. thuringiensis* resuelve muy bien las problemáticas de defoliadores del plátano y banano, [...] y que tienen

las plagas que atacan esas musáceas, tienen también unos organismos benéficos, un remedio muy abundante. Entonces eso se combina para solucionar el problema. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Además, respecto a los resultados, la investigadora enfatiza que estos se expresan mejor cuando “todo es aplicado a tiempo, con oportunidad, sincronizado; cuando el control biológico trabaja en la planta, en las plagas: huevos frescos, plagas pequeñas; todo eso funciona muy bien” (Fulvia García, comunicación personal, 2022). En cuanto a la experiencia de la investigadora con *Trichogramma*, se trató de “la oportunidad de llegar con el benéfico y cuando llega la plaga a poner los huevos, porque *Trichogramma* parasita huevos frescos, no huevos viejos o cuando ya ha nacido el gusanito” (Fulvia García, comunicación personal, 2022). Otras experiencias de la investigadora al respecto, señalan que

En cultivos perennes como los cítricos, es más importante respetar los ecosistemas limpios, que hay mucha fauna benéfica circulando y que cualquier integración con medidas de tipo cultural, mecánico, físico o con materiales compatibles como las soluciones jabonosas pueden ayudar a manejar el problema. [...] Todas van a ayudar a integrarse y a favorecer la producción del cultivo. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Sobre la transferencia de tecnología, Fulvia García afirma que “falta divulgarlo más, falta transferirlo más” (Fulvia García, comunicación personal, 2022). Esta postura, que tiene que ver con el perfil de investigadora en terreno, comprometida con los productores y con los territorios, la forjó en el día a día, a partir de decidir las formas de investigar; en sus palabras: “ese conocimiento sobre el cultivo y sus problemáticas lo adquirí visitando las fincas de los pequeños agricultores tomateros. Allá iba a enseñarles, porque la transferencia es enseñar a otro, demostrando las cosas” (Fulvia García, comunicación personal, 2022). Este modo de ver las cosas, decía la investigadora:

Era el complemento, porque yo tenía cosas buenas. Había aprendido bastante haciendo mi trabajo, pero yo tenía que entregar eso al usuario, tenía que entregarlo. Los agricultores reciben un control químico muy fácil, pero un control biológico y otras medidas no las entienden, entonces había que enseñarles. (Fulvia García, comunicación persona, 2022)

De este modo, transferir implica aprender más, pasar más tiempo en terreno para reconocer los territorios, las gentes y sus problemas para configurar experiencia. En este sentido, la investigadora recuerda:

[...] yo hacía mis pruebas de campo demostrativas, mis días de campo, en los que yo manejaba al agricultor, lo asesoraba y todo iba bien. Hacía que el agricultor que estaba aplicando solo venenos fuera y fueran otros. Entonces ellos veían el cambio. Ellos habían tenido que destruir sus plantas porque los venenos no habían controlado la plaga y miraban lo bueno que tenía el vecino. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Con el paso del tiempo, la visión sobre la transferencia de tecnología se consolidó una relación de doble vía.

Llegó un momento en el cual un pequeño agricultor venía a mi laboratorio y me saludaba, y decía: “doctora, yo estoy muy contento con lo que estoy haciendo en tomate, con lo que usted nos ha indicado, voy muy bien”. Es decir, un tomate que estaba desde el comienzo arrasado por la plaga, que se le podía morir y no crecer, ya tenía un cultivo sano con producción. (Fulvia García, comunicación personal, 2022)

Respecto a los temas de género y del contexto, y de los impases que se señalaron al comienzo de este documento, la investigadora afirma: “yo vivo muy satisfecha del aporte que di, eso que conseguimos” (Fulvia García, comunicación personal, 2022). En este sentido, lo que consiguió Fulvia García hace referencia a entrar en un espacio originalmente ocupado por hombres, titularse y especializarse en roles de producción de conocimiento que, además de implicar hitos para el sector agropecuario colombiano y en la investigación en este sector, forjaron el asidero en temas vigentes. Ella, a su avanzada edad, logró ver que “hay mucha dama estudiando Agronomía. En el tiempo en el que yo estuve, eran cuatro no más. Hoy en día, yo veo que hay más mujeres que hombres estudiando la carrera, ha dado un vuelco” (Fulvia García, comunicación personal, 2022). “La mujer tiene el derecho de estudiar lo que necesite o quiera estudiar. Ahí lo importante es que se capacite muy bien para hacer bien su trabajo” (Fulvia García, comunicación personal, 2022).

Semblanzas a la investigadora Fulvia García Roa

La doctora Fulvia García fue una investigadora que dedicó sus conocimientos y experiencia al trabajo, y a la formación de profesionales, auxiliares en entomología y control biológico, a través del desarrollo de dietas artificiales y mantenimiento de crías artesanales en laboratorio. Asimismo, ha realizado investigaciones en campo, en diferentes sistemas productivos de ciclo corto y frutales. Durante su ejercicio profesional enfrentó el gran reto de atender los problemas fitosanitarios con sus colegas, haciendo frente a los insectos plagas que se presentaban frecuentemente en los cultivos comerciales de soya, maíz, sorgo y algodón, que se sembraban en la época de los años ochenta y noventa en el Centro de Investigación Palmira, mediante el monitoreo y la implementación del control biológico natural, y el incremento de sus poblaciones *in situ*, para las 400 ha sembradas.

En su día a día como profesional, se caracterizó por dirigir el trabajo en campo con las botas puestas. Llegaba a primera hora de la mañana, antes de las 7:00 a. m., para realizar el traslado de nidos de *Polistes* spp. Desarrolló destrezas particulares que se requerían para manipular las avispas, y así evitar picaduras y la colonización del insecto en las chozas artesanales. Su mística en el trabajo se caracterizó por enseñar con el ejemplo y trabajar hombro a hombro con los profesionales, auxiliares de campo y operarios bajo el clima del Valle del Cauca, y principalmente por buscar un lenguaje sencillo para que la información le llegara al agricultor, a quien debía conquistar para que adoptara las prácticas que desarrollaba y evaluaba con su equipo.

Participó de manera activa en la transferencia de tecnología y en los resultados de investigación en cultivos de la zona de ladera, como tomate de árbol y lulo; también les enseñó a los pequeños productores a implementar el control biológico con la cría artesanal de insectos benéficos en sus propias fincas, por medio de ayudas didácticas con dibujos, fotos y láminas para ilustrar la morfología de los insectos.

En el ámbito personal, igualmente predominaron las características que se destacaron en lo profesional, ya que fue una persona exigente, con gran sentido de la excelencia y responsabilidad para la formación de profesionales del sector agropecuario; sin embargo, no perdió la gran calidad humana y el don de servicio.

Nubia Murcia Riaño
Investigadora PhD, AGROSAVIA



Una avispa, *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (Hymenoptera: Vespidae)
visitando flores del algodoncillo, *Asclepias curassavica* (Apocynaceae).

Perfil de los autores

Fulvia García Roa

Correo electrónico: fulviagrc73@gmail.com

Ingeniera Agrónoma con maestría en Entomología Económica, de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene experiencia en la planeación y ejecución de proyectos de control biológico de plagas de importancia económica en cultivos de clima cálido, como algodónero, hortalizas, soya, maíz, plátano, tabaco y cítricos; asimismo, en actividades de transferencia de técnicas de control biológico para agricultores, técnicos y estudiantes. Se han escrito muchos documentos sobre control biológico, que buscan capacitar y asesorar en el campo a todo tipo de usuarios.

Liliana Rojas Álvarez

Correo electrónico: lili.rojas.alvarez@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6541-8761>

Licenciada en Biología y Química de la Universidad Santiago de Cali, con maestría en Manejo Integrado de los Recursos Naturales con énfasis en Manejo y Conservación de la Biodiversidad del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Es estudiante del Doctorado en Ciencias Agrarias de la Universidad del Tolima. Tiene experiencia en el manejo de los recursos naturales y en investigación agrícola, así como ejecución de proyectos de control biológico de plagas de importancia económica; también en el desarrollo de proyectos de emprendimientos y en trabajo con las comunidades afrodescendientes del Bajo Calima, Buenaventura.

Takumasa Kondo

Correo electrónico: tkondo@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3192-329X>

Doctor en Entomología de la Auburn University, Estados Unidos, máster en Ciencias e ingeniero agrónomo de la Universidad de Agricultura de Tokio (Japón). Actualmente se desempeña como investigador PhD senior en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), en el Centro de Investigación Palmira, área de entomología. Kondo es un fotógrafo aficionado, amante de los insectos. Las fotos que adornan este libro fueron tomadas por él en el Valle del Cauca, Colombia. Algunas de sus publicaciones recientes son: Kondo, T., & Watson, G.W. (Eds.). (2022). *Encyclopedia of Scale Insect Pests*. Centre for Agricultural Bioscience International (CABI) y Kondo, T., Manzano, M. R., & Cotes, A. M. (2021). Control biológico en Colombia. En J. C. van Lenteren, V. H. P. Bueno, M. G. Luna, & Y. C. Colmenarez (Eds.), *Control biológico en América Latina y el Caribe: su rica historia y futuro brillante* (pp. 131-172). Editorial Acribia S. A.

Dubert Yamil Cañar Serna

Correo electrónico: dcanar@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8357-1401>

Ingeniero agroindustrial con maestría en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Tiene experiencia en la aplicación de conceptos técnicos y tecnológicos en la transformación industrial de materias primas y en el aprovechamiento de subproductos del sector agroindustrial, así como en el manejo y uso de herramientas para análisis moleculares, palinológicos y citogenéticos dirigidos a la investigación sostenible de los recursos genéticos. También se desempeña en el área del diseño y el establecimiento de herramientas virtuales de divulgación agropecuaria destinadas a asistentes técnicos y productores, con base en la sistematización de experiencias y en la implementación de herramientas asociadas a la trazabilidad para la producción de semilla o material de propagación. Coordina el Banco de Germoplasma Vegetal de la Nación Colombiana disponible en campo, en el contexto de la conservación y bioprospección del recurso biológico del país. Actualmente, es investigador máster adscrito a la Red de Cultivos Transitorios y Agroindustriales de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Palmira.

Leidy Patricia Tibaduiza Castañeda

Correo electrónico: ltibaduiza@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9429-063X>

Magíster en Antropología Social de la Universidad de los Andes, especialista en Desarrollo Rural de la Universidad Nacional de Colombia, licenciada en Psicología y Pedagogía de la Universidad Pedagógica Nacional, y pasante de posgrado en el Centro Cultural Poveda, de República Dominicana. Cuenta con experiencia en creación y fortalecimiento de redes rurales, en diseño de cualificaciones para el sector agropecuario, en procesos de sistematización de experiencias, en docencia universitaria y en evaluación ambiental y cambio climático. Tiene habilidades para el trabajo interdisciplinar y el diseño, la gestión, ejecución y evaluación de proyectos. Actualmente, es investigadora máster adscrita a la Red de Innovación de Cultivos Transitorios y Agroindustriales de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Tibaitatá.



Una araña *Argiope* sp. (Araneae: Araneidae) en un cultivo de cítricos.

Las arañas son depredadores generalistas que cumplen un rol fundamental en el control biológico.

Terminó de diseñarse el 30 de diciembre de 2022,
Bogotá, D. C., Colombia



Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Este libro es la continuación de una propuesta que indaga la manera de aportar a la innovación desde los procesos de crecimiento profesional de investigadores del sector agropecuario colombiano. Esto generó una bella oportunidad de dimensionar el aporte de una mujer, científica y pionera a la investigación, cuya pasión y trayectoria constituyen un importante hito corporativo. Realizar esta obra en meses previos a su fallecimiento nos permitió tener la oportunidad, a quienes contribuimos como coautores, de dar testimonio de una mujer sencilla y amorosa; entregada a su trabajo y a su familia; convencida de la necesidad de compartir su esfuerzo por contribuir al agro no solo desde la perspectiva del control biológico, sino también desde la insistencia en cocrear conocimiento con el productor y en el relacionamiento como pilar de las soluciones basadas en ciencia y tecnología.

Esperamos que con esta publicación se cumpla su deseo de compartir parte de su esfuerzo, honrar a su familia y motivar a niñas, mujeres y, en general, a las nuevas generaciones a transitar los caminos de la ciencia, la tecnología y la innovación en el agro colombiano.



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: **bac@agrosavia.co**

TELÉFONO: **(57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274**

SKYPE: **[biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/name/identifiers/alias/biblioteca.agropecuaria)**

www.agrosavia.co

**Distribución gratuita
Prohibida su venta**