

Sanidad vegetal de la utopía a la praxis

(Tomo I)



Dr. C. Andrés Francisco Pérez Almaguer

Dr. C. Siannah María Más Diego

Sanidad vegetal

de la utopía a la praxis

(Tomo I)

Dr. C. Andrés Francisco Pérez Almaguer

Dr. C. Siannah María Más Diego



Ediciones UO

Edición: MSc. Ivet Teresa Arochena Torres
Corrección: MSc. Lidia de las Mercedes Ferrer Tellez
Composición: Alina Montoya Revilla
Diseño de cubierta: MSc. Lidia de las Mercedes Ferrer Tellez

© Andrés Francisco Pérez Almaguer y Siannah María Más Diego, 2024
© Sobre la presente edición: 978-959-207-750-8
Ediciones UO, 2024
ISBN: 978-959-207-750-8 (volumen 1)
978-959-207-749-2 (obra completa)

Ediciones UO
Ave. Patricio Lumumba No. 507, e/ Ave. de Las Américas y Calle 1ra,
Reperto Jiménez. Consejo Popular José Martí Norte.
Santiago de Cuba, Cuba. CP: 90500
Telf.: +53 22644453
e-mail: jdp.ediciones@uo.edu.cu
edicionesuo@gmail.com

Este texto se publica bajo licencia Creative Commons Atribucion-NoComercial-NoDerivadas (CC-BY-NC-ND 4.0). Se permite la reproducción parcial o total de este libro, su tratamiento informático, su transmisión por cualquier forma o medio (electrónico, mecánico, por fotocopia u otros) siempre que se indique la fuente cuando sea usado en publicaciones o difusión por cualquier medio. Se prohíbe la reproducción de la cubierta de este libro con fines comerciales sin el consentimiento escrito de los dueños del derecho de autor. Puede ser exhibida por terceros si se declaran los créditos correspondientes.

A los estudiantes y profesores de la Especialidad de posgrado en Sanidad Vegetal y de la carrera de Agronomía de la Universidad de Oriente, Cuba.

A los productores y directivos de la agricultura en Santiago de Cuba.

ÍNDICE

Prólogo. Dr. C. Andrés Francisco Pérez Almaguer/ 10

Manejo integrado de plagas para minimizar sus incidencias en el cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum L.*). Ing. Maikel Castellanos Ruano y Tomás Díaz Pérez/ 11

Manejo agroecológico de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en el municipio II Frente. Ing. Liet Torres Osorio y MSc. Meybel Ríos Hernández/ 37

Lissachatina Fulica: diagnóstico y propuesta de medidas de control en áreas urbanas del municipio Santiago de Cuba. Ing. Marcos Macías Cáceres y MSc. Ada Iris González Reyes/ 57

Manual práctico para la implementación del MIP en almacenes del Puerto Guillermón Moncada. MSc. Meybel Ríos Hernández/ 71

Uso de *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) con la aplicación del tratamiento magnético en el control del marchitamiento fúngico del tomate en condiciones de semillero. Dra. C. Siannah María Más Diego, Ing. Luis Inaudys Despaigne Blanco, Ing. Héctor Elpidio Tejera Cisneros y Esp. Elizabeth Tamayo Rosales/ 83

Biorreguladores de plagas en nave # 2 del almacén 640 de la economía interna del municipio de San Luis. Norky Verdecia Rosabal, MSc. Rosa de los Ángeles Quiala Pérez y MSc. Dalgis Guerrero Barriel/ 100

Referencias bibliográficas/ 130

PRÓLOGO

La primera edición de este libro, ha sido dirigida a revelar los resultados de las investigaciones e intentos tecnológicos de desarrollo del Postgrado en Sanidad Vegetal, para su generalización por los productores agrícolas, las entidades de almacenamientos de productos alimenticios y áreas de entradas de alimentos de origen vegetal. Con la especialidad se persigue incrementar la preparación para prevenir el ingreso, establecimiento y disseminación de plagas reglamentadas al país; a fin de minimizar daños a los cultivos, flora silvestre y productos vegetales, procurando lograr una constante mejora de la sanidad vegetal.

La Sanidad Vegetal es una disciplina que utiliza una serie de medidas para controlar y prevenir que plagas, malezas y organismos que causan enfermedades, se dispersen a nuevas áreas, especialmente a través de la interacción humana, como la producción de alimentos de origen vegetal y el comercio internacional. Se conciben aportes prácticos relacionados con la actividad de los inspectores fitosanitarios de los Puntos de Ingresos y de las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas, la evaluación de productos como controladores biológicos, el manejo integrado de plagas y el papel del técnico de recursos humanos, recursos económicos y financiero de la entidad agrícola orientados al control fitosanitario. Resultados que articulan tecnologías seguras para el medio ambiente y que dependen de bajos insumos externos.

Entre los principales problemas que emprende el Postgrado en Sanidad Vegetal están los relacionados con las bases normativas del sector agropecuario y forestal y los recursos humanos. Además, se incluye entre sus objetivos profundizar en la gestión económico-financiera en el sector agropecuario y forestal, la gestión de recursos naturales, la gestión del conocimiento para el desarrollo local. Finalmente, se persigue ampliar la formación en los temas propios de la especialidad y su relación con la producción de alimentos.

Las soluciones a problemas identificados desde la práctica fitosanitaria se orientan en prácticas ecológicas, amigables con la naturaleza, frente a posiciones donde prevalece una visión estrecha en las cuales se señalan como causas específicas que afectan la productividad el uso de tecnologías de alto costo o productos químicos, más allá de los procesos agroecológicos. El contenido del texto escrito: *Sanidad vegetal de la utopía a la praxis* está compuesto por los resultados de la especialidad del mencionado postgrado, en la búsqueda

por restablecer una racionalidad más ecológica en la producción agrícola, a partir de recursos propios que contribuya al desarrollo de una agricultura más autosuficiente y sustentable, teniendo en cuenta el conocimiento del agroecosistema y los principios que regulan su funcionamiento.

Dr. C. Andrés Francisco Pérez Almaguer

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS PARA MINIMIZAR SUS INCIDENCIAS EN EL CULTIVO DE TOMATE (*SOLAMUN LYCOPERSICUM L.*)

Ing. Maikel Castellanos Ruano
maikelcastellano82@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5722-7682>

Tomás Díaz Pérez
<https://orcid.org/0000-0002-2851-1625>

En Cuba son varios los programas que se han desarrollado, por los altos beneficios económicos y sociales que aporta el Manejo Integrado de Plagas (MIP) fundamentalmente en cultivos de importancia económica para el país (Murguido y Elizondo, 2007). Su origen se produce debido a la necesidad de buscar en la agricultura métodos más eficaces para el control de los fitófagos, donde se manejarán de manera coordinada y oportuna medidas agrotécnicas, fitosanitarias, entre otras, con la consecuente disminución de los insecticidas químicos (Vivas, 2017).

Un entendimiento profundo de la biología y ecología de los organismos presentes en el agroecosistema resulta en la habilidad de manipularlos y dirigirlos. En el control tradicional simplemente se reacciona, suprimiendo la plaga cuando alcanza altas poblaciones. El diseño y aplicación de los procedimientos para el manejo se facilitarían dominando las estrategias de supervivencia de los organismos que amenazan nuestro bienestar. Por consiguiente se persuade para adquirir correctamente el conocimiento del organismo así como sus interacciones con el ambiente.

El hombre es el principal agente modificador de los agroecosistemas, los cuales altera al tratar de resolver sus necesidades de alimentación cada vez mayores y dado el aumento constante de las normas de calidad para los productos en el mundo entero. Por tanto, su intervención modifica el balance natural anteriormente descrito. Debido a la creciente necesidad de alimentos el hombre ha recurrido a sembrar grandes extensiones de tierra y cultivarlas, regarlas, etc. Esto rompe toda la relación que existe en una comunidad (Jiménez, 2009).

El manejo inadecuado de los suelos y la aplicación intensiva de agroquímicos a nivel mundial, ha provocado en estos severos procesos de deterioro ambiental. Es así como se reflejan en su desactivación biológica y en la pérdida de sus condiciones para producir, lo que pone en serio riesgo la seguridad alimentaria de la sociedad (Díaz *et al.*, 2020). Es indiscutible el papel que juega el control biológico en la prevención y liquidación de plagas en la agricultura sostenible y los sistemas agrícolas orgánicos. Dada la situación que se presenta con el control químico, se hace necesario desarrollar métodos de manejo compatibles con el ambiente (Pérez, 2004). Se necesita poner énfasis en las estrategias de conservación, pues lamentablemente en los últimos años la tendencia mundial es investigar sobre nuevos agentes de control biológico que puedan ser formulados como un producto comercial, almacenados, vendidos y aplicados de manera similar a un plaguicida químico (Pérez y Vázquez, 2003).

La agricultura en Cuba busca un mayor uso de los controles biológicos de las plagas que atacan diversos cultivos, lo cual permite mantener un equilibrio favorable en los agroecosistemas. Constituyen organismos naturales que no son dañinos al medio ambiente, igualmente, reducen significativamente la utilización indiscriminada de productos químicos y a su vez, la de cargas tóxicas. Asimismo, coadyuvan al control de una amplia gama de plagas en diferentes cultivos agrícolas.

El empleo de esos medios proporciona soberanía e inocuidad alimentaria, pues se obtienen cultivos sanos, libres de químicos; por lo que se consideran productos orgánicos. También son de producción nacional, de esta manera contribuyen a la sustitución de importaciones de productos químicos (Vázquez *et al.*, 2022).

Revisión bibliográfica

La agricultura convencional ha desgastado los recursos naturales, así como perjudicado la salud de los agricultores y sus familias por la dependencia de sustancias tóxicas para mantener la producción agrícola y pecuaria, control de malezas, entre otros usos. Los desechos o rastros de los cultivos de ciclo corto, quedan a la intemperie sin que sean reutilizados para otras actividades o desechados cuidadosamente. En algunos casos, la mayor incidencia de las plagas es debido a su mal manejo (Espinosa *et al.*, 2018).

Es urgente que la humanidad adopte un paradigma de desarrollo agrícola alternativo, uno que fomente formas de siembra más ecológicas, biodiversas, resilientes, sostenibles y socialmente justas. Todo esto bajo el

control de pequeños plantadores en alianza con consumidores solidarios organizados. Se necesita una transformación más radical de la agricultura, guiada por la idea de que el cambio ecológico no puede promoverse sin transformaciones comparables en los ámbitos social, político, cultural y económico que la determinan (Pérez, 2018).

En correspondencia con las tendencias mundiales, la agricultura cubana ha evolucionado significativamente en los últimos años. En un primer momento, con la agricultura intensiva, para llegar más recientemente a la sostenibilidad de las producciones, las corrientes ambientalistas y las exigencias del turismo y las exportaciones (Vázquez *et al.*, 2022).

El desarrollo del control biológico, como componente de los programas de manejo de plagas, constituye una importante experiencia para transitar hacia la sostenibilidad de las producciones agrarias. Sin embargo, se pretende en sentido general, establecer una comparación en eficacia y costo-beneficio con los plaguicidas sintéticos. Es por eso que tiene muchos detractores que simplifican sus ventajas y también, por qué no, algunos fanáticos que las exageran. Esto le confiere ciertas particularidades en el orden social, que obliga a los promotores a un gran esfuerzo en capacitación y demostración (Pérez, 2004).

La agroecología es una disciplina científica orientada hacia prácticas agrícolas, pecuarias, forestales y extractivas, cuyos principios fundamentales son el mantenimiento de los recursos naturales intactos, o con el menor daño posible; la utilización de los saberes y recursos autóctonos, la salud ambiental y la diversificación; la eficiencia energética y el aprovechamiento de los ciclos naturales o la prescindencia de insumos externos (Segovia y Ortega, 2012). Es la respuesta que se da a los avances de las discusiones en materia de agricultura y de desarrollo, por tanto, se presenta como la mejor alternativa válida que puede congeniar las aspiraciones humanas en cuanto a la satisfacción de sus necesidades y la conservación del ambiente (Segovia y Ortega, 2012). Este proyecto describe la caracterización de los recursos de la finca, el diagnóstico por medio de los indicadores de sustentabilidad, que de acuerdo a los resultados obtenidos, se darán las respectivas soluciones al caso (Espinosa *et al.*, 2018). La conversión de fincas convencionales a agroecológicas es un camino a la preservación de los recursos naturales.

La lucha contra las plagas ha tenido etapas tecnológicas importantes en el país, altamente influidas por los cambios en la política agraria, la situación económica y las tendencias internacionales:

- **Influencia de la revolución verde (hasta 1974):** grandes empresas especializadas, campos extensos para facilitar la mecanización y el riego, alta utilización programada de agroquímicos, búsqueda de altos rendimientos.
- **Crisis de la agricultura convencional (1975 a 1985):** problemas con el uso de plaguicidas, surgimiento del Servicio Estatal de Sanidad Vegetal, desarrollo de la Señalización de plagas y la lucha química dirigida, reducción de más de un 50% del uso de los plaguicidas químicos.
- **Alternativas a los plaguicidas y MIP (1985-1992):** consolidación de la señalización de plagas, desarrollo de la lucha biológica por aumento mediante el programa nacional de control biológico, generación de programas de MIP.
- **Paradigma agroecológico (1992 en adelante):** reducción sustancial en el uso de los plaguicidas sintéticos, incremento y diversificación de los medios biológicos, diversificación de la agricultura, promoción de la agricultura agroecológica. Generalización del manejo agroecológico de plagas, principalmente en la agricultura urbana. (Vázquez y Álvarez, 2011)

De esta manera se demuestra que esta última etapa, altamente influida por los problemas económicos y el paradigma agroecológico, favoreció la diversificación de la agricultura. En un período relativamente corto tuvo efectos sobre la reducción de los problemas de plagas y el incremento de los enemigos naturales (diversidad, frecuencia y niveles poblacionales). Así mismo se renovó la percepción del agricultor sobre la utilidad de conservar la biodiversidad y emplear tácticas agronómicas para manejar las plagas (Fernández y Vázquez, 2010).

Durante la década del ochenta se desarrollaron investigaciones básicas y fundamentales orientadas para estudiar las plagas y las mejores alternativas para su control. Se logró una amplia y novedosa información sobre los principales organismos nocivos, lo que sirvió de base para el auge del MIP como alternativa a los problemas con el uso de los plaguicidas y al mismo tiempo como una imperiosa necesidad para integrar el control biológico en los programas de lucha contra infestaciones (Vázquez, 2011).

El MIP es un enfoque de control de plagas que propone armonizar la eficiencia en el combate, la responsabilidad socio-ambiental y la productividad. Existen muchas formas de definirlo, pero todas se basan en el uso de herramientas de control que se enfocan en minimizar las pérdidas de

un cultivo mediante el conocimiento científico, el apoyo tecnológico y el sentido común de los productores (Rivera, 2016).

La FAO conceptualiza actualmente el MIP como:

(...) la cuidadosa consideración de todas las técnicas de control disponibles y la subsecuente integración de medidas apropiadas que desalienten el desarrollo de poblaciones de plagas y mantengan el uso de pesticidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificado y reducidos o minimizados los riesgos a la salud humana y el ambiente. El MIP enfatiza en el crecimiento de un cultivo saludable con la menor disrupción posible hacia el agroecosistema y alienta los mecanismos de control natural de plagas (OMS/FAO, 2016).

Existen principios y reglas generales que fundamentan los procedimientos para el manejo de las plagas en los cultivos, sin embargo, el MIP no se puede basar en recetas pre-elaboradas, ya que entre los cultivos existen diferencias respecto a sus plagas claves; donde hay coincidencia en una especie nociva por las características del producto obtenido. Expresa Rivera (2016) que hay muchas razones por las cuales se debe implementar un sistema MIP. Estas se pueden agrupar en motivaciones, económicas (menor gasto en insumos, ajuste de gastos a programas de aplicación racionales, mejora en la relación costo/beneficio del cultivo), sociales (menos riesgos para la salud humana, mejoría en la percepción de bienestar en las comunidades donde se da la producción, protección del trabajador) y ambientales (protección de fuentes de agua, protección de organismos benéficos, disminución en la contaminación ambiental por deriva de agroquímicos).

Por otro lado, no es posible establecer analogías en su nocividad, hábitos de vida, relaciones con su hospedante, etc. Las plagas tienen a su vez muchos enemigos naturales que pueden tener una importante participación en la regulación natural de las poblaciones nocivas; pero sobre estos actúa un grupo de factores limitantes que tienen relación con la tecnología del cultivo en general, y con la toxicidad de los diversos plaguicidas químicos que se utilizan, no solo contra los insectos, sino también contra ácaros, enfermedades y malezas (Fernández *et al.*, 1997).

El MIP involucra el uso de múltiples tácticas para manipular efectivamente sus poblaciones, a la vez que se reduce al mínimo el uso de plaguicidas y su impacto ambiental. Por ello el MIP debe partir de una eficiente selección de las estrategias que le corresponden, válidas según las características del cultivo y su problemática, con la flexibilidad necesaria

para adecuarlo a las condiciones del agroecosistema, a las características socioeconómicas imperantes y a su vez que se puedan incorporar nuevas alternativas que surgen como resultado del desarrollo científico o durante el propio proceso de implantación (Stenberg, 2017).

El MIP es una concepción muy amplia y flexible de lucha contra las plagas, y por ello existen diferentes criterios para la definición de los componentes que integran los programas. En este sentido declaran Fernández y Vázquez (2010) que la práctica en Cuba ha demostrado la existencia de componentes muy importantes como las coordinaciones territoriales y los servicios científico-técnicos, que contribuyen de manera significativa al éxito de los programas de MIP, entre otros que caracterizan los programas:

- Capacitación.
- Coordinaciones territoriales.
- Servicios científico-técnicos.
- Regulaciones legales y organizativas.
- Señalización.
- Manejo de plaguicidas químicos.
- Prácticas agronómicas.
- Control biológico.
- Control físico-mecánico.
- Técnicas etológicas.

Los programas de MIP en Cuba se caracterizan por ser flexibles, con tácticas que permiten adaptarlas a distintos territorios y tipos de productores. Por su grado de complejidad pueden ser para una plaga clave en un cultivo, para una plaga clave polífaga, para varias plagas clave en un cultivo, para varias plagas clave en policultivos.

Pasos para desarrollar los principios básicos de un MIP

1. Reconocer los organismos dañinos que nos pueden afectar y a sus enemigos naturales. Mantener un monitoreo permanente de su presencia en el campo, realizado por técnicos o promotores capacitados.
2. Selección de prácticas culturales preventivas para minimizar el desarrollo de las poblaciones de plagas. En este grupo se encuentran las principales acciones para un verdadero MIP.

3. El resultado del monitoreo (observación y conteo de la presencia de una plaga en el área de cultivo), indicará el tipo de control de plagas a utilizar.
4. Cuando la aplicación de pesticidas sea indispensable para reducir las presiones de poblaciones plaga sobre los cultivos, se pasa a escoger los productos más apropiados para hacerla. Priorizar los medios biológicos, seguidos de pesticidas naturales, para solo en casos imprescindibles, llegar a los productos químicos, dando preferencia a los de espectro de acción más específico, de menor toxicidad y residualidad.
5. La evaluación y el seguimiento deben ocurrir a lo largo de todas las fases de cultivo para hacer correcciones, establecer niveles de éxito y proyectar al futuro las posibilidades de mejora del método de control empleado, según la fase del cultivo (Giraldo, 2003).

Técnicas de control del programa: MIP

Existen numerosas técnicas de control dentro de la epidemiología en acción MIP:

1. **Control biológico:** consiste en la destrucción de las plagas por otras plagas, mediante la manipulación directa o indirecta de los enemigos naturales, regulando así por medio de estos, la densidad de población de esta a promedios inferiores a los que existirían en ausencia. Se emplean para su control parásitos y depredadores que pertenecen al grupo de entomófagos y los patógenos (parasitoides) (Cisneros, 1995).
2. **Control genético:** comprende la esterilización por medio de hibridación de las especies, por radiación y utilizando sustancias quimioesterilizantes. Pero no todos los insectos pueden ser esterilizados por estos programas, debido a que se necesitan varios requerimientos fundamentales (Baker *et al.*, 2020).
3. **Control físico:** este es otro de los métodos alternativos en el control de plagas. Consiste en el empleo de medios físicos directos o indirectos, con el objeto de destruir a los insectos induciendo cambios en su actividad fisiológica normal o modificar el medio ambiente para hacerlo desfavorable e interrumpir sus funciones vitales, pudiendo ser estos correctivos o preventivos (Espejo, 2002).
4. **Control cultural:** esta es una de las técnicas de control de plagas más antiguas y efectivas y es la que más se aplica en los programas de MIP. Consiste en la manipulación concienzuda del medio ambiente con el fin de interrumpir los ciclos reproductivos de las

plagas, reducir disponibilidad de alimentos y favorecer la multiplicación de sus enemigos naturales (Cisneros, 1995).

5. **Control químico:** se entiende por la utilización de cualquier producto químico natural o sintético, que contribuya a mantener los insectos o plagas a un nivel poblacional bastante reducido. En esta técnica del programa se emplean muchos productos químicos, pero aquí sólo se van a considerar los plaguicidas. En la implementación de cualquier programa de MIP, el uso de productos químicos es cada vez más específico, menos contaminante y más costoso (Cermelli, 1993).
6. **Control legal:** es el conjunto de medidas técnicas, legales, administrativas que permiten controlar la introducción y dispersión de una plaga perjudicial, sus productos, subproductos e insumos que podrían ocasionar pérdidas significativas a la agricultura nacional. Permite la fiscalización de los bienes agrícolas importados a través de los diferentes puestos de entrada del país (aeropuertos, puertos y otras fronteras), con el objeto de evitar la introducción de plagas perjudiciales a nuestra agricultura. El MIP debe estar fundamentado sobre regulaciones legales fitosanitarias (leyes, resoluciones, decretos, reglamentos), con el propósito de actuar eficazmente para ampliar el área de influencia de las recomendaciones técnicas (Baker *et al.*, 2020).

Al iniciarse los programas MIP en Cuba se integraron los plaguicidas químicos y biológicos, para lo cual tuvieron una importante contribución los avances logrados en el sistema de señalización de plagas. Posteriormente se incorporaron los de procedencia botánica como la tabaquina y minerales como la cal. También se han insertado en la práctica los que hoy se reconocen dentro de los bioquímicos, que consisten en el cultivo de plantas cuyos órganos, al ser preparados y aplicados, tienen propiedades como plaguicidas, lo que constituye una opción que el agricultor puede realizar en su propia finca. Existen diversidad de plantas cuyos preparados acuosos tienen estas propiedades, algunas de las cuales se utilizan bastante, como el nim y el paraíso, así como otras en menor escala (Cruz *et al.*, 2013).

A medida que se desarrolló el MIP y en concurrencia con los cambios ocurridos en la agricultura cubana como derivación del período especial, los programas de manejo de plagas se enriquecieron con prácticas agronómicas. Muchas de ellas provienen de innovaciones realizadas por los propios agricultores, lo que ha contribuido a que en muchos sistemas de producción ya no se emplee el MIP, sino el manejo agroecológico de plagas, como es el caso de la agricultura urbana (Vázquez *et al.*, 2022). De esta forma, en el país existen dos tendencias tecnológicas en lo que al tema respecta:

1. **Manejo integrado de plagas (MIP):** para los cultivos intensivos en que aún se emplean plaguicidas regularmente, como es el caso de la papa, el tomate y otras hortalizas que se siembran a campo abierto y en casas de cultivo.
2. **Manejo agroecológico de plagas (MAP):** para los cultivos que se siembran en fincas de pequeños cultivadores, el programa de agricultura urbana y demás producciones de carácter agroecológico, en que no se emplean plaguicidas químicos o su uso es ocasional.

Una contribución importante del MIP en el país es haber logrado fabricados con la integración de diferentes productos químicos y biológicos, lo que ha disminuido el número de aplicaciones con químicos e incrementado las que se realizan con plaguicidas minerales, bioquímicos y biológicos. Por supuesto, aún es alto el uso de fungicidas (más de tres aplicaciones) (Pérez, 2018). Es por ello que la agricultura sostenible persigue los siguientes propósitos (Díaz y Vidal, 2002):

- Garantizar la seguridad y autosuficiencia alimentaria.
- Conservar y regenerar los recursos naturales.
- Preservar la cultura local y de la pequeña propiedad.
- Alcanzar producciones estables y eficientes de los recursos.
- Usar prácticas agroecológicas o tradicionales de manejo.
- Incrementar la participación de la comunidad en todos los procesos de transformación agrícola.
- Aportar al bienestar de la comunidad.

La agricultura sostenible busca que los sistemas productivos permitan obtener beneficios continuos del agua, suelo, recursos genéticos, entre otros, para satisfacer las necesidades actuales de la población, sin destruir los recursos naturales básicos para las generaciones futuras. Este modelo resulta el más adecuado para garantizar la seguridad alimentaria, la conservación de la naturaleza y el respeto al medio ambiente (Díaz *et al.*, 2014). Intenta obtener rendimientos estables a largo plazo, mediante el uso de tecnologías de manejo que integren los componentes de la finca, al mejorar la eficiencia biológica del sistema y conservar su capacidad productiva, la preservación de la biodiversidad y el potencial del sistema agrícola para mantenerse y regularse por sí solo.

Aunque agroecología es un término nuevo, es una práctica milenaria, pues todo lo que hicieron los agricultores a lo largo de la historia se contempla como tal, hasta el día en que decidieron romper hostilidades con la natu-

raleza para doblegarla. Es por tanto, producir en armonía con la naturaleza, rescatando las prácticas tradicionales y la sabiduría campesina, para devolver al campesino el papel principal en la producción agrícola y garantizar la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios (Díaz *et al.*, 2020). Esta práctica ha fortalecido el conocimiento tradicional, combinando elementos de ciencias como biología, ecología, agronomía, ingeniería, entre otras, para lograr que la agricultura mejore su productividad, al mantener y mejorar la calidad de los recursos naturales (Casimiro, 2016).

El desarrollo de la agroecología en Cuba no es una consecuencia del período especial y de la crisis económica, sino es una alternativa necesaria para minimizar los efectos del desequilibrio ocasionado por una agricultura intensiva y para producir alimentos sanos, sin contaminación y con bajos insumos. Con ella no regresamos a prácticas tecnológicas de baja eficiencia, por el contrario, cuando es bien aplicada resulta ser una alternativa ecológica equilibrada, económica viable, cultural diversa y socialmente justa (Díaz *et al.*, 2020).

Diversas prácticas agroecológicas que tienen un gran alcance en el país han sido adoptadas de forma generalizada, aunque en muchos casos sin conocer sus efectos fitosanitarios. No obstante, en los últimos años se ha incrementado su entendimiento por los técnicos y agricultores de los territorios agrícolas, principalmente las siguientes:

- Reducción del tamaño de las unidades de producción.
- Diversificación de las producciones.
- Diversidad florística en la finca.
- Generalización de los policultivos.
- Barreras vivas.
- Cercas vivas perimetrales.
- Rotaciones de cultivos.
- Fomento de reservorios de biorreguladores.

Estas prácticas han tenido un impacto medioambiental, reduciendo las aplicaciones de plaguicidas de forma calendarizada e indiscriminada, no solo por su costo económico y social, sino por su impacto ambiental. Entonces el manejo agroecológico de la producción agraria se basa en restablecer lo más posible los equilibrios naturales que existían antes de que la mano del hombre los alterara. Como la característica principal de los ecosistemas es la gran diversidad de formas de vida que coexisten en un equilibrio dinámico,

es evidente que a mayor biodiversidad en las fincas, más cerca estarán de una producción agroecológica (Díaz *et al.*, 2020).

Desde el comienzo de la agricultura, las generaciones han evolucionado las prácticas para combatir las diversas plagas de los cultivos. Desde principios del siglo diecinueve, la comprensión creciente de las interacciones del patógeno y hospedero ha permitido desarrollar un amplio conjunto de medidas para el control de enfermedades específicas. De esta base de conocimiento acumulado, se puede destilar algunos principios generales del control de plagas que ayude a dirigir el manejo de nuevos problemas sobre cualquier cultivo en cualquier ambiente (Board, 2015).

Esta investigación se llevó a cabo en diferentes unidades de la UEB agropecuaria Mella perteneciente a la provincia Santiago de Cuba, donde fueron seleccionados algunas de las principales fincas que se dedican a la siembra del cultivo; como El nuevo paraíso, El paraíso y La dichosa ubicadas en el consejo popular Pinalito, perteneciente a la Cooperativa de créditos y servicios (CCS) Justino Arévalo Fría; La bendición de dios, Chalia y La esperanza pertenecientes a la CCS Paquito Borrero Labadí; la finca estatal El 36 ubicada en el consejo popular Mella, y la Unidad básica de producción cooperativa (UBPC) No. 1 Jesús Menéndez perteneciente a la Unidad empresarial básica de atención a los productores Julio Antonio Mella, las cuales siembran el tomate en grandes cantidades.

Se realizaron entrevistas a un total de 20 personas, las cuales tienen sus diferentes funciones en cada una de sus unidades: productores, técnicos de base, fitosanitarios, directivos de estructuras productivas, especialistas del punto operativo de protección de plantas. Se realizaron diferentes intercambios, relacionados con el tema de la investigación y elaboración del MIP con un investigador del Instituto de Investigación Hortícola Liliana Dimitrova (IIHLD), localizado en el Municipio de Quivicán, provincia Mayabeque (Fig. 1).



Fig. 1 Ubicación del IIHLD en el municipio de Quivicán, Mayabeque

Para realizar la presente investigación se emplearon como referencias cuarenta y ocho textos científicos considerando aquellas publicaciones que describen y examinan los efectos de diferentes prácticas de MIP, agroecológicas y estrategias fitosanitarias. En este sentido, se consultaron bibliografías referentes a la producción agroecológica y el manejo de plagas, complementado con la búsqueda de literatura en Internet, la utilización de palabras claves como: control biológico, servicios ecosistémicos, control biológico en el cultivo del tomate, plagas y enfermedades del tomate, agricultura sostenible, agroecología.

De la misma manera, se identificaron prácticas apropiadas para la construcción de un manejo integrado de plagas que logre minimizar sus incidencias en el cultivo del tomate. Además, se hizo una selección de los artículos que abordan los servicios de regulación en los ecosistemas y se fundamentaron sus relaciones con las prácticas de manejo utilizadas en el cultivo del tomate fomentando la correlación de criterios de los autores antes mencionados.

Resultado y discusión

Entrevista realizada a productores, técnicos, especialistas y administrativos

Para la realización del MIP se realizaron un total de 20 entrevistas donde se pudo comprobar que hay desconocimiento de muchas de las acciones que se deben realizar para lograr minimizar la incidencia de las plagas que afectan al cultivo en cuestión.

- Hay unidades que carecen del personal para atender la actividad fitosanitaria.
- En las unidades seleccionadas no cuentan con un historial en ese sentido que recoja todas las labores que se le realizan al cultivo.
- Se violan los cronogramas para la preparación del suelo principalmente en la parte estatal, donde en muchas de las ocasiones no se realiza con la calidad que se requiere.
- En el caso de algunos consultados, el método de control de su preferencia es el químico y en ocasiones violan lo estipulado por la sanidad vegetal.
- No hacen uso de técnica de diagnóstico, ni modelo de monitoreo de plagas.
- En muchas de las unidades donde se realizó el trabajo el uso de alternativas agroecológicas es escaso por diferentes razones, en oca-

siones por desconocimiento, falta de credibilidad en ellas o porque aspiran a métodos que les sean más rápidos, aunque les pueda generar un gasto monetario mayor.

Propuesta del MIP con bases agroecológicas en el cultivo del tomate

La propuesta del MIP con bases agroecológicas ayuda a perfeccionar una agricultura sostenible amigable con el medio ambiente donde se reduzca la aplicación de cualquier producto químico. Utilizando algunas prácticas tales como:

Actividad a desarrollar	Fundamentación
Selección del lugar de siembra.	Se desarrolla bien en diferentes suelos, con topografía lo más llana posible. Este cultivo demanda suelos bien drenados, fértiles, con buena capacidad de retención del agua, alto contenido de materia orgánica y pH adecuado.
Formas de producción de postura.	Para la producción de posturas hay dos formas una a raíz desnuda y otra en cepellón, la primera tiene sus desventajas en comparación con la segunda es por ello que en la elaboración de dicha estrategia se exhorta producir las posturas en cepellón la cual consiste en una cobertura de sustrato alrededor de sus raíces.
<p>Según Casanova y Hernández (2009) las principales ventajas de la producción de plántulas en cepellón son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Uso eficiente de la semilla. 2. Producción de plántulas de excelente calidad (sanas, con buen desarrollo foliar y radicular). 3. Fácil manejo de las plántulas a la hora del trasplante. 4. Disminución de pérdida de plántulas. 5. No provoca daño a las raíces a la hora del trasplante. 6. Posibilita la producción de plántulas en períodos de condiciones adversas. 7. Se logra mayor número de plantas por superficie. 8. Puede trasplantarse a cualquier hora del día. 	
Preparación de suelo.	Una buena preparación del suelo produce cambios en las propiedades físico-químicas con un marcado impacto sobre las poblaciones de plagas insectiles, huevos, larvas y pupas del suelo siendo expuestas al sol y mueren por deshidratación, permitiendo que sean consumidas por otros animales, principalmente pájaros.
<p>De acuerdo con Córdova (2018) una preparación oportuna del suelo o lote a sembrar es indispensable para garantizar el éxito de la siembra. La preparación debe incluir además de una buena soltura de la tierra. Cuando sea posible debe iniciarse uno o dos meses antes del trasplante, a fin de controlar de manera eficiente las malezas y las plagas del suelo.</p>	

Rotación de cultivo.	Esta actividad ayuda a conservar el suelo, protegerlo de la erosión y permite un mejor control de malezas, plagas y enfermedades. Se debe incluir en la rotación plantas leguminosas, las que proporcionan nitrógeno al suelo mejorando su fertilidad natural.
Refiere Stenberg (2017), que la rotación de cultivos, plantando un cultivo diferente en una parcela de tierra, es requerida en los sistemas de producción orgánica porque es una herramienta de gran utilidad en la prevención de enfermedades del suelo, plagas de insectos, problemas de malezas, y para establecer suelos sanos.	
Abonos verdes y cultivos de cobertura.	Plantas que se cultivan para ser incorporadas al suelo, sirviendo de abono y ayudando a mantener y fortalecer los microorganismos benéficos del mismo. Esta práctica consiste en cubrir el suelo desnudo con un cultivo o material orgánico, la generación de una cobertura perenne constituye una medida importante en el manejo de los suelos.
Como plantea Díaz <i>et al.</i> (2020), los abonos verdes incorporan una gran masa de materia orgánica al suelo sin necesidad de tenerla que cargar, trasladar y distribuir como hay que hacer con el compost y otros fertilizantes orgánicos. También tienen la virtud adicional de mantener el suelo cubierto, por lo que puede decirse que los abonos verdes preparan el suelo para la siguiente siembra (libre de hierbas, no compactado, etc.), ahorrando labores de preparación, algo de suma importancia en el diseño agroecológico en los sistemas productivos.	
Fertilización y aplicaciones de enmiendas orgánicas.	La fertilización, para que sea efectiva, tiene que estar basada en un análisis de suelo y de acuerdo a las necesidades del cultivo. La aplicación de fertilizantes y enmiendas orgánicas como estiércol vacuno, el guano de murciélago son materias orgánicas que pueden descomponerse aportando nutrientes al suelo.
Trasplante.	Las plántulas deben alcanzar la altura, grosor, número de hojas, cantidad de raíces y firmeza, que la hacen apta para el trasplante, pasado los 25 a 30 días de la siembra en los cepellones se procederá al trasplante de las posturas, las cuales estarán aptas.
Diseño del área donde va a ser el trasplante: En el diseño del área donde se va a sembrar el cultivo del tomate bajo condiciones agroecológicas, proponemos tener en cuenta otros aspectos tales como:	
Policultivos o cultivos asociados.	Esta actividad se usa con el fin de aprovechar al máximo el terreno, a parte de los beneficios que aporta como repelentes de plagas insectiles, mejoramiento del suelo, reservorio de diversos enemigos naturales.

Fernández y Vázquez (2010) plantean que las combinaciones de cultivos en espacio y tiempo tienen efectos muy variados, directa e indirectamente, las principales ventajas son las siguientes: Mayor ganancia por unidad de superficie, diversificación de la producción, mejora del suelo, incremento de la biodiversidad, incremento del reciclaje de nutrientes, efectos sobre los organismos nocivos de las plantas y propician el desarrollo de los enemigos naturales.	
Plantas Repelentes.	Es el empleo de diferentes tipos de plantas que tienen efecto de repelencia de plagas, debido a los diferentes olores que emanan confundiendo a la plaga en cuestión.
De acuerdo con Fernández y Vázquez (2010), son aquellas que al sembrarse convenientemente en los lados de las parcelas y los canteros, así como en las cercas vivas perimetrales, confunden o repelen a las poblaciones inmigrantes de plagas.	
Cultivos de barreras vivas.	Uso de diferentes tipos de plantas que sirven con barrera a las plagas, confundíéndolas o como repelentes y sirven de refugio a números controladores biológicos.
Manifiestan Fernández y Vázquez (2010) que las plantas más recomendadas como barreras vivas son el maíz y el sorgo, sobre todo la asociación de maíz y sorgo enano en la barrera. También se puede incorporar a las barreras antes mencionadas el girasol, porque es una planta que ayuda a la alimentación de los parasitoides y predadores adultos.	
Diversidad Florística.	Consiste en el empleo de diversas plantas en la finca, así como cultivo, las cuales tienen diversas ventajas económicas (otras producciones) y sociales (ornamentación, protección, etc.), además del desarrollo de biorreguladores.
Destaca Díaz <i>et al.</i> (2020) que entre otras ventajas están: favorecer la alimentación de los adultos de los biorreguladores, sean parasitoides o predadores; es recomendable fomentar plantas que florezcan en los momentos de mayor actividad de estos insectos benéficos, porque el polen de dichas flores es parte de su dieta alimentaria.	

Elaboración del MIP para para aquellas que son claves en el cultivo del tomate

Diagnóstico: se debe realizar un diagnóstico profundo para obtener un resultado certero de los organismos que estuvieran afectando al cultivo, el cual debe hacerse por un personal debidamente capacitado. El mismo implica un diagnóstico presuntivo, forma de tomar las muestras, embalaje de las mismas y un resultado final dado por los diferentes laboratorios con los que cuenta el sistema.

Díaz (2019) plantea que se trata de observar, conocer, identificar, recopilar información, que permita realizar acciones en beneficio de los cultivos. Agrega que el diagnóstico fitosanitario es más general y preciso si el que lo realiza ha examinado personalmente la plaga o enfermedad en el campo.

Para el MIP es de suma importancia tener presente las plagas claves. Por ejemplo, en zonas productivas del municipio Mella se identifican para este cultivo: la mosca blanca (*Bemisia tabaci Gennadius*), el minador de la hoja (*Liriomyza trifolii Burgess*), además las provocadas por hongos fitopatógenos: tizón temprano (*Alternaria solani Cooke*) y tizón tardío (*Phytophthora infestans Mont*).

Principales medidas para el manejo de la *Bemisia tabaci Gennadius*

- Siembra de plántulas en cepellón.
- Eliminación de malezas hospedantes de mosca blanca y del encrespamiento amarillo de las hojas del tomate en áreas aledañas al semillero.
- Siembras de plantas repelentes.
- Planificación adecuada de la siembra para evitar la colindancia de campo con más de 15 días de diferencia en edad.
- Sembrar en fecha óptima. No realizar las siembras en primaveras de las variedades no resistentes al encrespamiento amarillo de las hojas del tomate (TYLCV).
- Sembrar los cultivos que puedan favorecer las poblaciones de mosca blanca a no menos de 100 metros de las áreas de tomate.
- No llevar posturas infestadas a las plantaciones.
- Colocación de trampas amarillas (monitoreo de la mosca blanca).
- Eliminación oportuna de los restos de cosecha o rastrojos en las plantaciones.
- Utilización de agentes de control biológico (*Chrysopa*, *Encarsia*, *Paecilomyces fumosoroseus* y algunas especies de arácnidos).

Principales medias de manejo para el control del *Liriomyza trifolii Burgess*

- Eliminación de malezas para evitar hospedantes alternativos.
- Instalar las trampas de color amarilla.
- Recoger y destruir los restos del cultivo después de cada cosecha.
- Aplicación de *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-24.

Principales medidas de manejo para el control de la *Alternaria solani Cooke*

- Utilización de posturas sanas.

- Rotación de cultivo con especies no hospedantes del patógeno.
- Uso de variedades resistentes.
- Adecuada nutrición.
- Manejo adecuado del riego y medidas de drenaje.
- Eliminación de malezas y otras plantas hospedantes.
- Adecuada densidad de siembra.
- Utilización del hidrato de cal a razón de 3.0 kg/ha.

Principales medidas de manejo de la *Phytophthora infestans* Mont

- Utilización de posturas libres del patógeno.
- Recolectar y retirar del campo de forma sistemática los frutos enfermos.
- Eliminación de restos de cosecha.

Propuesta de estrategia con bases agroecológicas

Selección del lugar de siembra: Plantea Díaz *et al.* (2020) y la FAO (2018) que se deben considerar muy importantes los siguientes criterios técnicos:

- Evitar un lugar donde se hayan realizado cultivos sucesivos de la misma familia botánica.
- Evitar suelos muy arcillosos o muy arenosos, con una leve pendiente de 1 a 2%, con buena exposición a la luz solar y con buena ventilación.
- El suelo debe ser suelto, profundo, con aceptado contenido de materia orgánica y un buen nivel de nutrientes.
- Toma de muestras para análisis químico de fertilidad del suelo.
- Toma de muestra para análisis fitopatológico (hongos, bacterias y nematodos).

Formas de producción de postura

El empleo de semilleros se justifica en aquellas especies vegetales que por determinadas circunstancias no deben ser situadas en un lugar definitivo. En este caso la especie, por presentar semillas muy pequeñas y de escasa resistencia, no tolera la siembra directa y es necesario desarrollarla en un medio donde existan factores controlados hasta que, una vez alcanzado cierto grado de desarrollo, puedan ser trasladadas sin grandes dificultades. Además, requieren de un conjunto de actividades con un objetivo muy específico, pero todas con un fin común: producir posturas sanas y vigorosas

que garanticen una plantación uniforme y con alto potencial productivo. Como ya se explicó, se prefiere la producción de posturas en cepellón.

Preparación de suelo: una buena preparación del suelo produce cambios en las propiedades físico-químicas, con un marcado impacto sobre las poblaciones de plagas insectiles, huevos, larvas y pupas del suelo, son expuestas al sol y mueren por deshidratación, permitiendo que sean consumidas por otros animales, principalmente pájaros. Se desarrolla bien en diferentes suelos con una topografía lo más llana posible, sin depresiones donde se acumule el agua de riego o lluvia, y con condiciones para la mecanización. Este cultivo demanda suelos bien drenados, fértiles, con buena capacidad de retención del agua, alto contenido de materia orgánica y pH adecuado.

Las labores a realizar estarán en función del suelo y sus propiedades, así como el cultivo precedente y el que va a ser establecido. El poder de observación del agricultor le permitirá tomar decisiones sobre el manejo adecuado y los requerimientos de labranza; por lo que se recomiendan algunos principios generales a considerar:

- No invertir el prisma para evitar la mezcla de los diferentes horizontes.
- En lo posible utilizar implementos que no causen efectos dañinos de importancia en la actividad biológica del suelo.
- En períodos de desarrollo intensivo, realizar solo labores superficiales.
- Evitar la labranza en suelos muy secos o en estado de humedad (pegajosos), además de daños a la estructura del suelo.
- Priorizar el uso de multi-arado y tillers en vez de arados de discos y gradas.
- Utilizar coberturas vivas o muertas en el suelo para proteger sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Pérez y Marasas, 2013).

La preparación del suelo se considera una de las más importantes para el manejo de plagas. Por otra parte, permite que haya una incorporación y descomposición de los residuos de la cosecha anterior, lo cual ayuda a controlar enfermedades.

En Díaz *et al.* (2014) se esboza que la labranza cero es un sistema de cultivo donde no se utiliza ningún equipo y la labranza mínima se considera un sistema de preparación de suelo muy recomendado en la agricultura sostenible. Se consiguen condiciones óptimas con el menor número de labores y se conserva la humedad, en comparación con la labranza convencional. Además, se debe sembrar y roturar en contorno, lo que consiste en plantar los cultivos siguiendo la curva a nivel, con esta se crean surcos

que cruzan la pendiente reduciendo el arrastre. Se recomienda sembrar en sentido contrario a la pendiente y desarrollar el laboreo transversal a la pendiente o inclinación del terreno. La distancia entre curvas estará en dependencia de la pendiente.

Rotación del cultivo: consiste en la sucesión periódica de diferentes cultivos en la misma unidad agrícola. Es considerada una de las más antiguas ya que ayuda a conservar el suelo y protegerlo de la erosión. Se reduce la cantidad de tiempo durante la cual el campo se deja sin una adecuada cubierta vegetal. Se debe tener en cuenta el efecto que realiza el cultivo sucesor y antecesor. Una correcta rotación de estos ayuda a mantener la fertilidad, influye positivamente sobre todas sus propiedades, permite un mejor control de malezas, plagas y enfermedades, así como un aprovechamiento racional de la fertilidad y conservación de la estructura del suelo.

Stenberg (2017) sostiene que las plantas exudan un espectro de fotosintatos que son únicos para cada especie, y estos influyen la biodiversidad microbiana en la rizosfera. Esta, a su vez, apoya la función del suelo y la salud de la planta. Las rotaciones de cultivos deben ser apropiadas para el sistema de producción. Con tantas variables para considerar, el desarrollar un buen plan es tanto una ciencia como un arte.

Abonos verdes y cultivos de cobertura: son plantas que se cultivan para ser incorporadas al suelo, sirviendo de abono y ayudando a mantener y fortalecer los microorganismos benéficos del mismo. Esta práctica constituye una medida importante, ya que interrumpe el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el terreno reduciendo, por tanto, su efecto disgregador sobre las partículas que lo componen. Además, disminuye su velocidad de deslizamiento, limitando físicamente el movimiento del agua y el suelo, aumenta su capacidad para almacenar agua, proporciona sombra, humedad y desechos vegetales.

El desarrollo de las raíces que ayudan a romper la estructura y facilitan la infiltración del agua, por lo que mejora la porosidad superficial (Gómez *et al.*, 2019). Las plantas más recomendadas como abono verde son leguminosas, como los frijoles dólicos (*Dolichos sp.*), mucuna (*Mucuna sp.*) y caupí (*Vigna sp.*), conocidos como frijoles de abono. También se emplean con este fin gramíneas (maíz y sorgo), que deberán ser sembradas e incorporadas cada cuatro o cinco años para mantener la vitalidad del suelo (Díaz *et al.*, 2020).

Fertilización y aplicaciones de enmiendas orgánicas: se considera como enmienda orgánica al producto procedente de materiales carbonados

de origen vegetal o animal, cuya función es mantener o aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, mejorar sus propiedades físicas y, también, su actividad química o biológica (Delgado, 2017). Los residuales orgánicos tanto animales (estiércoles, restos, etc.) como vegetales (restos de cosecha, paja, cáscaras, etc.), constituyen materias primas para elaborar el compost. Se recomienda aplicar como abono en el momento de la siembra.

La lombricultura es la técnica empleada para la transformación de los residuales sólidos orgánicos, mediante el trabajo directo de las lombrices de tierra, lo que permite el reciclaje de basura y otros materiales. En la opinión de Baire (2019), las dosis estarán en función del tipo de suelo y cultivo, mejorando considerablemente la fertilidad de estos, estructura y lográndose cultivos menos propensos al ataque de plagas y enfermedades.

Trasplante: cuando las plántulas alcanzan un tamaño que garantiza su viabilidad (de 25 a 30 días), se trasplantan a su ubicación definitiva en el cultivo. En Cuba se realizan siembras del cultivo en varias épocas siendo ellas las siguientes:

Época	Desde	Hasta
Temprano	21 de agosto	20 de octubre
Normal u óptimo	21 de octubre	20 de diciembre
Medio tardío	21 de diciembre	20 de enero
Tardío	21 de enero	20 de febrero

Debe regarse horas antes al trasplante para propiciar una humedad óptima en el cepellón. Así se facilita su extracción y se evita dañar las plántulas. Describen Díaz *et al.* (2020) que se deben observar diariamente las plántulas, en horas tempranas de la mañana, para la búsqueda de alteraciones producidas por plagas o enfermedades. Además, garantizar que las posturas tengan las condiciones ideales para el trasplante, logrando con esto mejor porcentaje de supervivencia en las plantaciones. En un perímetro aproximado de 100 m alrededor de la casa de producción de plántulas, debe garantizarse que no existan otras hospederas de plagas, especialmente las transmisoras de begomovirus. Se recomienda el uso de variedades de tomates resistentes como las Aegean, LTM-12, Alty, Tessera, Sky Way, HA 3057 y HA 3019.

Como medida fitosanitaria en la tecnología de producción de plántulas de tomate se recomienda realizar aplicaciones del biopreparado *Trichoderma harzianum* cepa A-34, cepa A-53 o *Trichoderma viride*, cepa T53, en una formulación sólida a una concentración de $2-3 \times 10^8$ conidios/gramo para controlar los hongos que producen el *damping-off*. Se tratará el sustrato para desinfectarlo de cualquier hongo patógeno que pudiera estar presente.

Se aplicará una segunda dosis al suelo dos días antes del trasplante, a razón de 7 a 8 kg/ha del producto en 400 L de agua. Martínez *et al.* (2013) reportan el uso de cepas de *Trichoderma* para el control eficiente de patógenos como *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Phytophthora sp.* en tomate, habichuela, ají, rábano, perejil y remolacha. En la provincia de Holguín se obtuvo igual resultado cuando se controló de manera eficaz el *damping-off* en cultivos como ají, tomate, lechuga, pepino, berza y col china.

Otras de las técnicas utilizadas es el injerto herbáceo, del cual uno de los propósitos principales es prevenir o conferir resistencia a plagas del suelo, entre ellos los nematodos agalleros (*Meloidogyne Goeldi*), mediante el uso de portainjertos resistentes a dichos patógenos. Existen dos métodos de injerto en las solanáceas, empalme y púa terminal. En el cultivo del tomate el primero es el más utilizado a nivel comercial, por su eficiencia y mayor productividad en su ejecución (González *et al.*, 2016).

Diseño del área donde va a ser el trasplante: se deben considerar los siguientes criterios técnicos muy importantes:

Policultivos o cultivos asociados: se emplean diferentes cultivos en la misma superficie, imitando hasta cierto punto la diversidad de los ecosistemas naturales, al evitar las grandes cargas sobre el suelo agrícola de los cultivos únicos o monocultivos. Además, se conoce que hay algunas plantas que tienen olores que repelen las plagas insectiles. Por otra parte, hay algunas que favorecen el establecimiento y permanencia de enemigos naturales. Estas pueden ser establecidas como surcos en medio de la plantación o en las rondas, para que puedan ejercer su efecto benéfico. Ejemplos: el girasol favorece a chinches depredadoras del género *Orius*, que se alimentan de huevos de gusanos, larvas pequeñas trips (Díaz, 2010).

Expresan Fernández y Vázquez (2010) esta es una táctica muy explotada en la agricultura, ya que no se puede ver como una simple diversificación, pues de las plantas emanan olores debido a su composición bioquímica que tienen diversas funciones y efectos en el manejo de las plagas. Es por este motivo que pueden repeler las plagas o los enemigos naturales y también ser atractivos para estos organismos. Se recomienda que los cultivos de la misma familia no sean asociados, no se siembren de relevos ni colindantes, y no sean rotados.

Los policultivos juegan un papel importante en la biodiversidad de un agroecosistema al promover los servicios ecológicos presentes en él como: reciclaje de nutrientes, control biológico de plagas, enfermedades y arvenses, incremento en la producción de biomasa, conservación de suelos

y agua, mejoramiento de calidad físico-química y biológica del suelo, reducción de la toxicidad en el agroecosistema al evitar o disminuir el uso de pesticidas, como también incrementar y sustentar la producción agrícola a largo plazo. Dan lugar a una competencia interespecífica o a una complementación entre los cultivos (Altieri, 2015).

Plantas repelentes: se han adoptado como táctica de manejo en fincas de la agricultura urbana, áreas de autoconsumo y otras de pequeñas dimensiones. Entre las plantas más empleadas contra algunas plagas del cultivo del tomate están la caléndula y el coriandro (sembrados en surcos alternos) contra la mosca blanca. La flor de muerto se emplea como repelente y biocida contra nematodos (*Meloidogyne incógnita*).

Cultivos de barreras vivas: las barreras vivas constituyen parte de diversas actividades y técnicas dentro del manejo integrado de plagas (MIP). Estas son obstáculos físicos, que además de esa función, protegen los cultivos contra la acción del viento. En zonas de ladera, sirven de barreras físicas para el control de la erosión del suelo (Díaz *et al.*, 2020).

Diversidad florística: además de las ventajas ya señaladas, Díaz (2010) destaca que contribuyen a un microclima más favorable para los biorreguladores de las plagas. Es muy importante entender este nuevo enfoque, pues aquí se integran tácticas que bien pudieran considerarse entre las prácticas agronómicas, pero es preferible una visión integral donde se considere que el manejo de las plantas a nivel de la finca es esencial.

Elaboración de una estrategia fitosanitaria para el manejo de las plagas claves en el cultivo del tomate

Diagnóstico: para adoptar medidas contra una plaga, esta debe identificarse con exactitud, rapidez y con un alto grado de confianza. El productor debidamente capacitado se implica desde el diagnóstico presuntivo. Debe tener nociones sobre la forma de tomar las muestras y embalaje de las mismas. El resultado final será dado por los diferentes laboratorios con que cuenta el sistema (Díaz, 2019). Este mismo autor señala algunos aspectos que deben considerarse en el dictamen oportuno de las plagas:

- Un observador cuidadoso puede obtener datos valiosos que faciliten todo el proceso.
- Un aspecto importante en la inspección de campo es la distribución local de la enfermedad (esta puede afectar todas las plantas

por igual, algunas más que otras o pueden existir plantas enfermas alternando con plantas sanas).

- Las plantas enfermas o dañadas por plagas pueden aparecer en áreas bien definidas, en hileras, en los bordes de las plantaciones, en las partes más viejas o distribuidas al azar.
- Es importante notar la presencia de focos de infección inicial, a partir de los cuales se extiende la enfermedad.
- También es útil estimar cuánto tiempo hace que la enfermedad o plaga está presente, sobre todo en cultivos anuales.
- A partir de las observaciones in vivo (en campo) de la planta afectada se debe proceder a la descripción, lo más completa posible, de la sintomatología o daño, para poder realizar un diagnóstico preliminar de la causa de un organismo vivo (hongo, bacteria, virus, nematodos, insectos, ácaros, etc.).
- De poder identificar el problema, se ponen en práctica diferentes métodos en la lucha fitosanitaria para la regulación y/o control de plagas.

El cultivo del tomate se puede ver afectado por diversas plagas, inducido por diversos agentes nocivos. Estas se manifiestan en determinadas etapas del desarrollo vegetativo de las plantas (Gómez *et al.*, 2022).

Plagas más comunes

Nombre común	Nombre científico	Daño que causa
Cachazudos	<i>Agrotis ipsilon Hufnagel</i> <i>Feltia subterranea Fabricius</i>	Trozan las plantas durante la noche
Crisomélidos	<i>Epitrix hirtipennis Melsheimer</i> <i>Diabrotica balteata LeConte</i> <i>Systema bassalis Duval</i>	Perforan las hojas de plántulas en semilleros y plantaciones
Trips	<i>Thrips spp.</i> <i>Frankliniella spp.</i>	Raspan el envés de las hojas, pueden transmitir enfermedades virales
Pasadores	<i>Elatéridos spp.</i>	Atacan las raíces de las plantas
Falso medidor	<i>Trichoplusia ni Hübner</i>	Perforan irregularmente las hojas de las plantas
Primavera del tabaco	<i>Protoparce sexta subsp. jamaicensis Bultler</i>	Defolian las plantas
Primavera del tomate	<i>Manduca quinquemaculata Haworth</i>	Defolian las plantas
Minadores de las hojas	<i>Liriomyza trifolii Burgess</i> <i>Liriomyza sativae Blanchard</i>	Minan las hojas de plántulas en semilleros y en plantaciones
Pulgones o áfidos	<i>Macrosiphum euphorbiae Thomas</i> <i>Myzus persicae Sulzer</i>	Transmiten enfermedades virales

Moscas blancas	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius <i>Bemisia argentifolii</i> Wraight <i>Trialeurodes vaporarorium</i> Westwood	Transmisoras de begomovirus
Gusano del fruto	<i>Helicoverpa zea</i> Boddie	Perfora los frutos
Gusano cogollero	<i>Heliothis virescens</i> F	Ataca el follaje de las plantas y raramente los frutos
Gusano soldado o prodenia verde	<i>Spodoptera exigua</i> Hübner	Ataca el follaje de las plantas y perfora los frutos
Minador gigante	<i>Keiferia lycopersicella</i> Walsingham	Mina y necrosa las hojas. Ataca los frutos próximos al cáliz
Polilla de la papa	<i>Phthorimaea operculella</i> Zeller	Ataca los tallos terminales y los frutos
Prodenia o mantequilla	<i>Spodoptera ornithogalli</i> Guenee	Ataca el follaje de las plántulas y de las plantaciones
Prodenia	<i>Spodoptera eridania</i> Stoll	Ataca el follaje de las plántulas y de las plantaciones
Chinchas	Varias especies de <i>Pentatomidae</i>	Ataca principalmente los frutos verdes.

La importancia de las incidencias de dichas infestaciones varía de una región a otra. Motivo por el cual dentro de los sistemas de MIP se prioriza el concepto de plagas clave, representadas por aquellas que frecuentemente inciden sobre el cultivo y habitualmente requieren de la aplicación de medidas para reducir sus daños. Sobre este grupo de agentes dañinos se informará el esquema flexible de MIP que posibilita incorporar nuevos organismos nocivos o medidas según las condiciones de cada localidad (Fernández y Vázquez, 2010).

Las moscas blancas pueden aparecer y reincidir en cualquier etapa del ciclo del cultivo como puede ocurrir con los minadores de las hojas. En cambio, los gusanos defoliadores que atacan los frutos, son principalmente detectados y alcanzan importancia significativa en el período de fructificación desde la etapa temprana de su formación. Se exceptúan de esto el gusano soldado o prodenia verde, que resulta potencialmente un daño desde el período de prefloración y el minador gigante cuyo ataque se puede extender hasta la fase de maduración de los frutos (Fernández y Vázquez, 2010).

Las plagas del tomate tienen muchos enemigos naturales que pueden jugar un papel importante en la regulación de las poblaciones nocivas. Potencialmente muchas son controladas por predadores, parasitoides, patógenos o por la combinación de estos (Díaz, 2019). Aquellas consideradas claves de este cultivo, en las zonas productivas del municipio Mella son la mosca blanca (*Bemisia Tabaci* Gennadius), el minador de la hoja (*Liriomyza trifolii* Bur-

gess), además las provocadas por hongos fitopatógenos: Tizón temprano (*Alternaria solani* Cooke) y Tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont.).

Caracterización de las principales plagas claves del cultivo del tomate

La mosca blanca (*Bermicia tabaci* Gennadius), es la que mayor incidencia tiene sobre este cultivo, debido a la sintomatología y daños directos, como el amarillento y debilitamiento de las plantas, que son ocasionados por las larvas y los adultos al alimentarse de la savia. Entre los indirectos se contempla la aparición de la fumagina, que se desarrolla sobre la miel de rocío secretada y que mancha los frutos afectando su calidad comercial al reducir la eficiencia fotosintética y el desarrollo de las plantas. No obstante, la transmisión de virus representa, sin dudas, el daño principal causado por este insecto. En las condiciones tropicales, el encrespamiento amarillo de las hojas del tomate (*tomato yellow leaf curl virus*, TYLCU) causa efectos devastadores en las plantaciones (Martínez *et al.*, 2008).

Principales medidas para su manejo

Además de las antes mencionadas, se recomienda la utilización del biopreparado nacional a base del hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* con una concentración de 1×10^9 conidios/mL a una dosis de 2 kg ó 10 L/ha según sea la formulación sólida o líquida. Respectivamente, aplicarlo con presencia de humedad en el suelo y en horas tempranas, o en la tarde cuando el sol se esté ocultando (Fernández, 1999). La utilización de *V. lecanii* de forma regular en el tomate ha permitido la recuperación de varios enemigos naturales de *B. tabaci* y otras plagas como son parasitoides y predadores generalistas que han estado ausentes durante muchos años del cultivo de esta hortaliza anteriormente.

El uso de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, cepa LBT-24, se utiliza para el control de lepidópteros a la dosis de 4 l/ha. Se puede utilizar también la cepa LBT-13 para el control de ácaros. El empleo de *B. thuringiensis* está relacionado con la preservación de los enemigos naturales de los minadores de las hojas. Este bioplaguicida aplicado durante las primeras etapas del cultivo, posibilita la acción biorreguladora de *Orius* sp., *Heteroschema* sp. y *Diglyfus* sp. con valores de parasitismo superiores al 70 % (Fernández y Vázquez, 2010).

Otra plaga de interés económico que puede afectar a este cultivo puede ser el minador de la hoja (*Liriomyza trifolii* Burgess). Entre los principales síntomas y daños están las perforaciones de alimentación y de oviposi-

ción, que normalmente no causan un percance económico, aunque pueden favorecer la infección por hongos y bacterias. No obstante, su perjuicio principal lo provoca sin dudas la actividad de las larvas que producen la destrucción del mesófilo de la hoja y por ende afecta la actividad fotosintética de las plantas (Gómez *et al.*, 2022).

Dentro de las enfermedades comunes se contempla además el Tizón temprano (*Alternaria solani* Cooke). Puede afectar a todos los órganos aéreos de la planta presentando los síntomas y daños más avanzados en las hojas más viejas, donde se pueden ver manchas circulares con anillos concéntricos de color oscuro, que a su alrededor puede observarse un halo clorótico y estrecho, afectando el tallo. Es debido a esto que en el tejido necrosado puede verse la producción de las conidiosporas en forma de un polvillo negro, también en los anillos concéntricos. Ante ataques severos se necrosan totalmente y mueren, provocando a veces una defoliación total que expone los frutos a la radiación solar (Gómez *et al.*, 2022).

En este sentido se manifiesta también el Tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont). presenta síntomas y daños en hojas, tallos y frutos. En el follaje aparece en cualquier parte del desarrollo del cultivo, manifestándose la lesión en forma de pequeñas manchas negras y rodeada por una pequeña área de tejido lesionado, pero aún verde. Luego se tornan parduscas y se agravan tomando una forma circular no delimitadas por las nervaduras. Bajo condiciones de elevada humedad en el envés de la hoja, se puede observar en los márgenes y alrededor del tejido necrótico, un moho blancuzco muy fino formado por la esporulación del hongo. En los frutos se observan manchas pardas vítreas de forma irregular y color pardusco con mucha frecuencia cerca del pedúnculo que se agravan lentamente tomando un aspecto de arrugadas y consistencia firme (Gómez *et al.*, 2022).

Conclusiones

A partir del diagnóstico realizado en diferentes unidades de la UEB agropecuaria Mella perteneciente a la provincia Santiago de Cuba, se pudo comprobar en las entrevistas realizadas, que los encuestados carecían de conocimientos básicos en el manejo sostenible de los organismos que atacan al cultivo. Se caracterizaron en el área las plagas claves que lo afectan y se analizaron las principales medidas para su control. Desde este momento fue proyectada una propuesta de MIP para minimizar la incidencia de estos patógenos y lograr un mayor aporte a la economía.

MANEJO AGROECOLÓGICO DE LA BROCA DEL CAFÉ *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) EN EL MUNICIPIO II FRENTE

Ing. Liet Torres Osorio

liettorresosorio@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5198-0200>

MSc. Meybel Ríos Hernández

esp-luchabiologica@sanveg.scu.eicma.cu

<https://orcid.org/0000-0002-4328-2242>

La broca del fruto de café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (*Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae*) es la plaga más importante a nivel mundial (Dufour, *et al.*, 1999). Sus afectaciones se caracterizan por una destrucción parcial o total de la semilla o grano de esta planta, lo cual se traduce en una disminución del rendimiento y calidad (Barrera y Enkerlin, 2002); así como la imposición de fuertes restricciones comerciales por niveles de residuos de insecticidas y presencia de ocratoxinas (Vázquez, 2005).

H. hampei se ha convertido en la principal plaga del café, distribuyéndose en la actualidad desde las áreas inicialmente infestadas en las provincias de Santiago de Cuba y Granma (Vázquez *et al.*, 2010) hasta el resto del país. Desde luego, debido a su introducción a mediados de los noventa, se ha generalizado en las áreas más infestadas el uso del insecticida endosulfán. Esta alternativa ha sido rechazada por los cafeticultores, por lo que se ha reducido de manera gradual. Precisamente, debido a que se conocen las ventajas de las prácticas agroecológicas en el manejo de las plagas, se ha observado que para el control de la broca son adoptadas con mayor facilidad las alternativas no químicas. Por consiguiente, ha contribuido a que estén demandando con intensidad la lucha biológica y otras tácticas afines a las que ya habían logrado antes de la introducción de esta plaga. (Vázquez, 2005).

En la actualidad, los cafeticultores contribuyen con gran interés en un proyecto de innovación participativa, que tiene el propósito de validar un programa de manejo agroecológico de *H. hampei*. En este deben integrarse las experiencias anteriores en el tema y facilitar la producción sostenible, que es la proyección del país para este importante cultivo (Vázquez *et al.*, 2010). Respecto a los problemas fitosanitarios, éstos tienen una incidencia

significativa en la producción y los rendimientos de este cultivo y son características para las distintas regiones del país (Vázquez *et al.*, 2010).

La lucha contra esta problemática ha tenido diversas etapas, hasta los tiempos actuales en que se ha desarrollado con éxito el Manejo Integrado de Plagas (MIP), que involucra aspectos socio-económicos y ecológicos, de gran valor en los agroecosistemas donde se cultiva el café en el país. De acuerdo con investigaciones realizadas en varios países, el Manejo Integrado de la Broca (MIB) es la estrategia económica y ambientalmente más adecuada para reducir los daños que ocasiona este escolítido (Jarquín *et al.*, 2002).

Actualmente se aplica extensivamente el control químico, que ha sido la tecnología predominante para la lucha contra esta plaga a escala internacional. Con muy buenos resultados se han desarrollado la recolecta y destrucción de frutos perforados (saneamiento), la aplicación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, y el uso de trampas rústicas con etanol-café molido maduro (Damon, 2000; Barrera y Enkerlin, 2002). En tal sentido, debido a la proyección de desarrollar la caficultura sostenible, existe la demanda de promover prácticas agroecológicas en la prevención y supresión de esta plaga, entre las que se recomiendan las trampas rústicas para la captura de hembras adultas durante el vuelo dentro de los campos (Villacorta *et al.*, 2001; Dufour, 2002, 2009).

La caída de los precios del café en el mercado internacional y la mala administración de los recursos por parte de algunos productores, se ha traducido en una desaparición de muchos de ellos, pero no así de sus plantaciones, muchas de las cuales se encuentran en abandono. De los caficultores (pequeños y medianos) que aún sobreviven a esta crisis, mantienen su plantación con poco o ningún recurso económico, agravando con esto la problemática de la broca. La poca ejecución de prácticas culturales (limpia, podas, manejo de sombra y fertilización) han contribuido para el establecimiento de fincas susceptibles al ataque de broca, reduciéndose con ello en gran medida los rendimientos por manzana. Este hecho afecta de manera directa el ingreso de las familias cafetaleras, puesto que se necesitan una mayor cantidad de libras de cerezas para la obtención de un quintal oro (Trejo y Funes, 2004).

En las plantaciones de café atacadas por broca, cada fruto visitado por la plaga significa la pérdida de uno de los cotiledones, traducándose esto en una baja calidad y por ende en un difícil mercadeo. Esto ocurre en los frutos de café que se cosechan, pero en aquellos que quedan sobre la planta, se incrementará el daño de ambos cotiledones. (Trejo y Funes, 2004).

La broca del café se introdujo en el año 1995 por la región oriental y en la actualidad está presente en la mayoría de las áreas cafetaleras del país (CNSV, 2010); específicamente en el territorio de La Calabaza, municipio II Frente, provincia Santiago de Cuba. Esta plaga afecta significativamente los rendimientos y se ha convertido en el principal problema fitosanitario del cultivo. Como resultado perjudica seriamente la fuente de ingreso de la entidad en estudio. Por ser el cultivo del cafeto el principal renglón económico en el municipio, es necesario realizar estudios que minimicen el impacto de estas pérdidas sobre la base del uso de prácticas agroecológicas, con la finalidad de incrementar los rendimientos agrícolas del cultivo.

Revisión bibliográfica

Antecedentes de la broca del café

Hypothenemus hampei (Ferrari) es originaria del África Ecuatorial, del Congo; y fue descrita por De Oliveira Filho (1927) y Ferrari (1867). En los últimos años esta plaga se ha constituido como el principal problema entomológico en todas las regiones cafetaleras del mundo, ocasionando pérdidas del 10 al 80 % de la producción. Los numerosos datos publicados desde hace más de setenta años sobre los niveles de infestación de este insecto en los diferentes países, así como la disminución de rendimiento de los cuales el mismo es la causa principal, se refieren a mermas directas en frutos y en su peso, que pueden ser considerables en el caso de grandes contagios. De la misma manera, ocurren pérdidas indirectas si nos referimos a la depreciación de la calidad comercial del café (Canet y García, 2017).

La idea de convivir con la broca se ha abierto camino; entonces se debe luchar para bajar los niveles de infestación a valores económicamente aceptables. Los problemas socioeconómicos de la cadena café y las exigencias en materia de la protección del ambiente, hacen que el MIB se haya vuelto un modelo a seguir para la mayoría de los países productores y en particular para los de la región. Sin embargo, el nivel de conocimientos sobre la bioecología de la broca es aún insuficiente para pretender hoy en día, la instalación de una lucha integrada que tendría, por ejemplo, todas las ventajas de la lucha química, sin sus inconvenientes. No obstante, una primera etapa ha sido superada con el desarrollo del control biológico que numerosos adeptos desean ver reforzada con el fin de constituir el principal eslabón del MIB (Dufour, 2002).

H. hampei fue introducida accidentalmente hacia 1913 en Brasil, donde se puso en evidencia en 1924. Las primeras tentativas de lucha biológi-

ca comenzaron desde 1929 con la colocación del parasitoide *Poropsnasuta waterson* proveniente de Uganda. Su entrada en América Central es relativamente reciente; fue registrada en 1971 en Guatemala, donde fue objeto de una severa campaña de lucha. Se dispersó rápidamente en los países vecinos: Honduras en 1977, México en 1978, El Salvador en 1981, luego en Nicaragua en 1988. La región del Caribe se vio también afectada: 1978 en Jamaica y 1995 en República Dominicana. Ecuador y Colombia no escaparon a la diseminación. En el continente americano, además de los países citados, la broca se encuentra en Cuba, Haití, Bolivia, Perú y Venezuela. Los países del área que más recientemente han sido contaminados son Costa Rica en 2002 y Panamá en 2005 (Canet y García, 2017).

En Cuba, es considerada la principal plaga de ese fruto, siendo uno de los factores que conlleva a la baja rentabilidad del cultivo. Puede reducir la cosecha en más de un 50 %, al disminuir la conversión de café uva-café pergamino. Además, afecta la calidad del grano y la inocuidad de la bebida (Camilo, 2003).

Las condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa) influyen en el desarrollo del fruto del café y de *H. hampei*. La rapidez o lentitud de la maduración del fruto o la duración del ciclo de vida de la plaga y sus interacciones dependerán de las condiciones ambientales promedio de cada zona cafetalera (Camilo, 2003). Según Salazar *et al.* (1993), el momento apto para que la broca pueda penetrar en el fruto y que este pueda servir de fuente de alimento para su progenie ocurre alrededor de 119 días post-floración (variedad Colombia en Chinchiná, Caldas, a 1400 msnm).

Refiere Bustillo (2004) que los frutos de café empiezan a ser susceptibles al ataque de la broca cuando su peso seco es igual o mayor al 20 % entre 100 y 150 días después de la floración. El control de *H. hampei* debe de ser enfocado a través de un manejo integrado. Para que este sea eficiente y ecológico, deben de entenderse los factores que componen el ecosistema cafetalero. Es imprescindible conocer tanto la fenología del cultivo en las diferentes zonas, las épocas de floración y la edad del fruto en la cual es más sensible al ataque de la broca como la biología de esta (hábitos de reproducción), para determinar los momentos de mayor susceptibilidad de la misma a las prácticas de control. Los daños directos se manifiestan en la calidad y destrucción de los frutos, siendo más afectados los de la primera floración, las perforaciones favorecen la entrada de patógenos. El café pergamino y oro pueden ser también atacados si la humedad del grano almacenado es superior al 14 % (IICA/PROMECAFE, 1990).

Las hembras sobreviven (intercosecha) refugiándose en los frutos de café persistentes en el suelo o en la planta después de la cosecha, constituyéndose así en la fuente de infestación para la siguiente fructificación (Velasco, 1995; Sánchez *et al.*, 2013). Hasta la fecha ningún método ha sido eficiente para su erradicación, por lo que es necesario buscar otras alternativas que ayuden a implementar un mejor esquema de manejo integrado, siendo una de ellas el uso de extractos de cerezas como atrayentes (Velasco, 1995).

Comportamiento reproductivo de la broca del café

La broca del café ha desarrollado habilidades para reproducirse mediante cruces fraternos (Gingerich *et al.*, 1996). Las especies que han evolucionado a este tipo de reproducción pueden ser caracterizadas mediante la presencia de caracteres comunes (Kirkendall, 1993) tales como:

- Un desproporcionado radio sexual favoreciendo a las hembras.
- Apareamientos antes de la dispersión en el campo.
- Colonización de nuevos huéspedes por parte de las hembras.
- Presencia de machos más pequeños que las hembras y sin alas funcionales.

Las hembras superan en número a los machos en una proporción de 10 a 1 (Bergamin, 1943); además, solo las hembras colonizan nuevas cerezas de café ya que los machos, aparte de ser más pequeños, no poseen alas membranosas por lo que son incapaces de volar. Se presume de esta manera que las hembras deben aparearse con los machos de su misma proge (hermanos) dentro de la almendra, antes de emprender el vuelo para colonizar nuevas cerezas de café.

La broca posee, además de su comportamiento reproductivo, unas condiciones biológicas y genéticas que le aseguran un alto nivel de endogamia. Mientras estudios citológicos revelan que ambos sexos son diploides, estos últimos fallan en expresar y transmitir un set de cromosomas. Aunque dos pares de cromosomas están presentes en los espermatoцитos primarios, un par no se alinea durante la única división meiótica, y solo un par de éstos es empaquetado en el esperma. De esta manera, *H. hampeies* es considerada funcionalmente haplo-diploide (Brun *et al.*, 1995).

La razón por la cual la broca no puede ser considerada como un organismo totalmente haplo-diploide, es decir, que huevos no fértiles dieran lugar a machos, y aquellos fértiles a hembras, yace precisamente en la incapacidad de este insecto para producir huevos viables cuando éstos no

son fertilizados. Los que son infértiles, no se desarrollan, de esta manera, tanto los machos como las hembras provienen de huevos fertilizados y por lo tanto diploides (Bergamin, 1943).

Estudios posteriores realizados por (Brun *et al.*, 1995) indicaron que el set de cromosomas que se condensa durante la meiosis y no es expresado en células somáticas ni transmitido a las células reproductivas, es aquel proveniente del macho. Por lo tanto, la progenie hereda aquellos genes provenientes estrictamente de su progenitora, y se dice que se reproduce mediante líneas estrictamente maternas (Benavides *et al.*, 2005). Dicho en otras palabras, las hembras poseen únicamente el material genético materno y por lo tanto podrían ser consideradas como clones de esta.

Los análisis citológicos realizados en kariotipos provenientes de células somáticas, muestran que las hembras son diploides con un contenido $2n = 14$ cromosomas. Mientras tanto, los machos muestran claramente la presencia de siete cromosomas y una masa condensada de material heterocromático, que corresponde a los que no se alinearon durante la división meiótica y que a su vez no se expresaron en los hijos ni se transmitieron a la progenie (Navarro *et al.*, 2021).

Bioecología del insecto

H. hampei es un coleóptero del tamaño de la cabeza de un alfiler; conocido por ser la plaga que más daño causa al cultivo del café a nivel mundial (70 países). Entre los nombres vulgares de este insecto resaltan broca del fruto del café, barrenador del café, gorgojo del café, broca del café y taldro de cerezas del café (Damon, 2000). Anteriormente ha sido descrito como *Cryphalus hampei* Ferrari 1867; *Stephanoderes hampei* Ferrari, 1871; *Stephanoderes coffeae* Hagedorn, 1910; *Xyleborus coffeivorus* van der Weele, 1910; *Xyleborus coffeicola* 1922 y *Hypothenemus coffeae* (Hagedorn) (Damon, 2000).

El hospedador principal de *H. hampei* es *Coffea arábica*, pero se han encontrado casos de infección en otras especies de este género. Las hembras adultas atacan los frutos en un período que va desde ocho semanas tras la floración hasta 32 semanas (cuando se realiza la cosecha). Estas prefieren atacar cerezas maduras cuando están disponibles (Mejía, 2001).

Importancia económica

El descubrimiento de la plaga cafetalera ocurre en Gabón en 1901 y su distribución actual es cosmopolita. Pasa casi todo su ciclo de vida dentro de la

semilla o grano, lo cual trae consigo pérdidas directas a la calidad. Los países productores más importantes del orbe la tienen presente en sus cafetales.

Biología

Es un pequeño insecto escolítido monófono, con reproducción tipo espanandria, de unos 2.0 mm de longitud. En 30 días, una broca fundadora puede dar origen a 35 individuos en una proporción de 10 hembras por un macho. Además, si los insectos continúan reproduciéndose, se pueden encontrar más de 100 descendientes en una sola cereza, todos ellos emparentados, pues el apareamiento se realiza entre hermanos y hermanas. Comúnmente, todos los individuos encontrados en un fruto provienen de una sola hembra. Las hembras maduran sexualmente a los 3-4 días después de transformarse en adultos, y se aparean antes de abandonar el grano o nido donde se desarrollaron como huevos, larvas y pupas. Una vez fecundadas, abandonan los granos que habitaban y emprenden el vuelo para buscar nuevos frutos para reproducirse. Durante la época lluviosa, cuando la reproducción es continua, se ha estimado un tiempo generacional aproximado de 45 días a 25°C, con una capacidad innata de incremento de 0.065 por día (Baker *et al.*, 1998). Los machos son más pequeños y delicados y tienen las alas atrofiadas, razón por la cual no vuelan ni participan en la colonización del hospedero.

Métodos de control

Cada vez se torna más evidente que el MIB es la estrategia más promisoriosa para reducir las pérdidas ocasionadas por esta plaga (Baker, 1999, Bustillo *et al.*, 2002), mientras se cuestiona la posibilidad de su control con un solo método, ya sea químico o no. Es apreciable la evidencia acumulada para apoyar la tesis que la broca puede ser manejada sin incluir al control con insecticidas químicos. Para el éxito de su manejo, otro elemento fundamental es la participación de los productores, no solo en la implementación del MIB, sino también en su concepción a través de investigación participativa (Jarquín *et al.*, 2002).

En los últimos años, ha tenido un uso muy amplio el control biológico con hongos entomopatógenos y parasitoides, para el control de la misma en cafetales de América. Los parasitoides o avispidas de la familia *Bethylidae* originarios de África, *Cephalonomia stephanoderis* y *Porops nasuta*, se han estado usando desde 1989 (Barrera y Enkerlin, 2002). Estos parasitoides son específicos de *H. hampei* y tanto pueden parasitar larvas bien desarrolladas, prepupas y pupas, como depredar sobre todos sus estados de desarrollo; éstos se encuentran entre los escasos enemigos naturales que pueden atacar

a la broca en el interior del grano o nido, lo cual los convierte en el arma más letal que puede usar el productor para destruir a la broca en su búnker. Los parasitoides se pueden criar de manera rústica en comunidades rurales atendidas por productores (Barrera y Enkerlin, 2002).

En Guatemala se ha logrado bajar su infestación y eliminar el uso de insecticidas químicos a nivel de finca mediante la liberación de 5,000 avispidas/hectárea/año (Campos, 2005). El parasitoide de más reciente introducción al continente americano es *Phymastichus coffea*; esta avispidita de la familia *Eulophidae*, parasita a las hembras de *H. hampei* cuando se encuentran perforando la pulpa del fruto. Las brocas parasitadas dejan de perforar el fruto y al cabo de una semana mueren sin afectar el grano (Campos, 2005).

En cuanto a los entomopatógenos, *Beauveria bassiana*, generalmente producido en arroz y aplicado a los frutos y follaje con aspersora de mochila, es el hongo más usado contra esta plaga a nivel mundial, aunque *Metarhizium anisopliae* ha gozado de cierto uso (Cárdenas *et al.*, 2017). Estos hongos requieren entrar en contacto físico con la broca para infectarla, por lo cual se deben asperjar cuando esta se encuentra en el túnel de perforación a nivel de la pulpa del fruto.

Trampas y atrayentes para la broca del café

Atrayentes

En la actualidad, la mezcla de metanol (=alcohol metílico) + etanol (=alcohol etílico) es el atrayente más efectivo para la captura de *H. hampei* bajo condiciones de campo. Desde el siglo XIX se conocía que muchos miembros de *Scolytinae*, particularmente los escarabajos ambrosiales, eran atraídos por materiales fermentados y olores emanados de árboles muertos o moribundos.

Pero no fue hasta finales de la década de 1960 y principios de la década de 1970 que se determinó que tal atracción era provocada por varios compuestos, entre ellos el etanol como atrayente primario. Por ejemplo, Blandford, citado por Moeck (1970), reportó ataques de *Xyleborus perforans* a barriles de cerveza en 1893, mientras que Frost y Dietrich (1929) capturaron varias especies de escolítidos ambrosiales en trampas cebadas con una solución de melaza fermentada. Una de las primeras aproximaciones que demostraron la importancia del etanol en el comportamiento de estos insectos la hizo Buchanan (1941), quien indujo la atracción de *Xylosandrus germanus* a árboles inyectados con este alcohol. Asimismo, el etanol agregado a dietas artificiales estimuló la construcción de túneles

(de alimentación) por hembras de *Xyleborus ferrugineus* (Baker, 1999). Sin embargo, hasta que se realizaron las investigaciones con *Trypodendron lineatum* (Moore, 1974) y *Gnathotrichus sulcatus* (Cardé y Haynes, 2004), se demostró experimentalmente la causa-efecto entre la presencia del etanol en madera y corteza de varias especies de árboles y la respuesta de atracción de estos insectos.

Inspirados en estos resultados, Mendoza (1991) en Brasil y Gutiérrez et al. (1993) en México realizaron los primeros trabajos que reportaron, a principios de la década de 1990, la atractividad del etanol y metanol a la broca del café. Ambos estudios señalaron un efecto sinergista entre estos alcoholes, pues la atracción fue mayor al mezclarlos. Los trabajos realizados por Mendoza (1991) indicaron que la proporción metanol: etanol 3:1 fue la más atractiva. Investigaciones posteriores confirmaron el poder de atracción de ambos compuestos en la proporción antes mencionada (Villacorta et al., 2001; Borbón, 2002), aunque otros estudios encontraron mejor la proporción 1:1 (Dufour, 2002).

Antes de conocerse la atracción del metanol y etanol, Prates (1969) en Brasil había realizado investigaciones en cajas de Petri donde comparaba la atracción de la broca hacia extractos de frutos verdes y cerezas. Con este experimento se encontró que era significativamente atraída hacia los extractos puros o rebajados a 50 % en comparación al testigo (agua).

Más tarde en México, Barrera y Enkerlin (2002), inspirados en estudios sobre la producción de feromonas en tractos digestivos de escolítidos, fueron conductores de estudios que reportaron la atracción de la broca hacia volátiles provenientes de sus desechos alimenticios y fecales en un olfatómetro. Los resultados de estas investigaciones iniciales no tuvieron aplicación práctica, sin embargo, años después desencadenaron el interés por evaluar sustancias semioquímicas, principalmente extractos a partir de frutos maduros de café (Gutiérrez et al., 1993; Velasco et al., 1998).

Rojas (2005) revisó los avances sobre los volátiles asociados a los frutos del café y su posible relación con la atracción de la broca; este autor considera que además del metanol y el etanol deben existir otros compuestos que intervengan en la localización del huésped por parte de la broca. Sin embargo, hasta ahora parece ser que los extractos acuosos de frutos (verdes y rojos) solos o agregados a la mezcla de metanol: etanol (3:1) no fueron más atractivos para *H. hampei* que la mezcla de alcoholes sola (Borbón, 2002). No obstante, se han reportado efectos importantes de sinergismo entre la mezcla de metanol-etanol y el café soluble (Cárdenas et al., 2017), benzaldehído y salicilato de metilo ya que estas sustancias aumentaron sig-

nificativamente las capturas al agregarse a la mezcla de alcoholes. Nosotros también hemos observado que la adición de café puro tostado y molido incrementa la captura de broca del metanol-etanol. Aunque también, el efecto contrario (repelencia) fue reportado por Borbón (2002) para varios compuestos, especialmente en el caso del Z-3 hexenol.

Monitoreo

Las trampas cebadas con metanol-etanol han permitido registrar y conocer el comportamiento de la fluctuación de las capturas de hembras voladoras de *H. hampei* a través del año. Los estudios de varios países centroamericanos (Contreras y Guzmán, 2004) y México (Barrera *et al.*, 2004) muestran una tendencia de las capturas bastante similar a la figura 2, pudiendo variar en tiempo conforme a la fenología del café en cada región o altitud. Como se puede apreciar, entre enero y mayo se obtienen las capturas mayores, con picos muy pronunciados de las capturas semanales generalmente en marzo y abril, época que corresponde al llamado período inter cosecha.

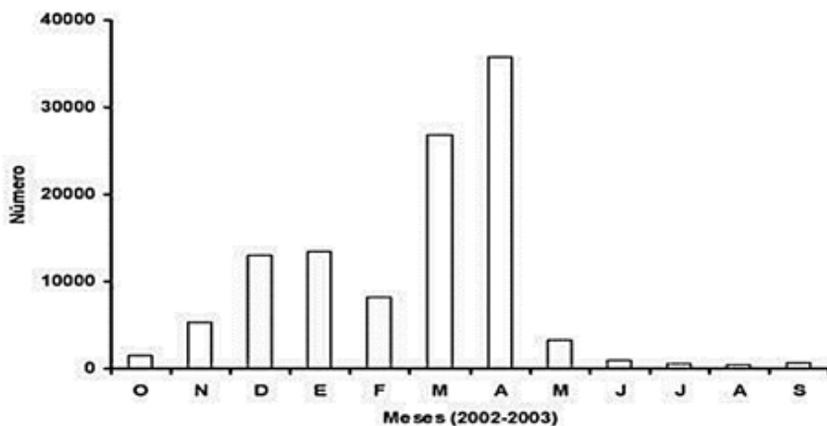


Fig. 2 Fluctuación mensual de las capturas de adultos de broca del café en un total de 15 trampas cebadas con metanol – etanol en un cafetal ubicado a 1,116 msnm en el Ejido Alpujarras, Chiapas (Barrera *et al.*, 2004)

Antecedentes de la broca del café en Cuba

La caficultura cubana ha sido muy similar a la del resto de los países de la región, influenciada por las corrientes tecnológicas imperantes y las exigencias del mercado internacional. En el caso de los problemas fitosanitarios, sucede que las plagas de mayor importancia se manifiestan en la mayoría de los países y casi todas son específicas del cultivo del café, mientras que las nuevas que arriban a la región se dispersan con relativa rapidez.

Como ya se expresó, con respecto a la tecnología de producción de este cultivo en Cuba, también ha tenido los efectos del llamado período de la Revolución Verde y muy similar al resto de los países de la región. Esto se debe a que sustituyó la caficultora tradicional para buscar altos rendimientos y satisfacer las demandas del mercado, al transitar más recientemente hacia las reducciones sostenibles y orgánicas, como consecuencia de las tendencias y exigencias actuales (Vázquez, 2005).

Referente a los insectos, a finales del siglo XIX en Cuba constituyó un problema la guagua verde *Coccus viridis* (Green), cuando el cultivo tenía un gran auge en áreas de La Habana (Bruner, 1929). Con posterioridad se ha manifestado con intensidad al aplicarse de manera excesiva de plaguicidas foliares (insecticidas y fungicidas), ya que esta especie tiene eficientes enemigos naturales (Bendicho *et al.*, 1990).

A medida que se extendió el cultivo al resto del país y se establecieron cafetales en las regiones montañosas, fue ascendiendo la significación del minador de la hoja del café (*Leucoptera coffeella* Guérin-Ménéville) (Cook y Horne, 1905). Esta se ha mantenido como la principal plaga del cultivo, hasta que se generalizó un programa de manejo que se sustenta en la conservación de los enemigos naturales (Simón, 1989).

Más recientemente, *H. hampei* se ha convertido en la principal plaga del cultivo, distribuyéndose en la actualidad desde las áreas inicialmente infestadas en las provincias de Santiago de Cuba y Granma (Vázquez, 2005) hasta el resto del país (Simón, 1989). Dentro de las acciones propuestas para el control de este insecto se incluyen el manejo del hábitat y la conservación de los enemigos naturales. El nivel de parasitismo de los granos es el índice que se toma como indicador para la aplicación de las medidas de control. Se puede considerar que este programa revolucionó la protección fitosanitaria los cafetales y sentó las bases para una siguiente etapa (Simón, 1989).

Precisamente, con los resultados que se alcanzaron en las investigaciones, surgieron nuevos elementos en el conocimiento de los principales organismos nocivos y se desarrollaron experiencias en cuanto a los métodos de manejo. Entre los fundamentales, la lucha biológica, dentro de la cual se aplica tanto la conservación de enemigos naturales como el uso masivo de bioplaguicidas, el manejo del hábitat y algunas prácticas agronómicas con efecto fitosanitario con la tendencia a minimizar o eliminar el uso de productos químicos en estos agroecosistemas.

Es necesario enfatizar que estos elementos se han desarrollado y aplicado con más intensidad en la región oriental del país (principalmente en

la provincia Santiago de Cuba), por haber sido donde fueron generadas la mayoría de estas alternativas. En tal sentido, debido a la situación económica del país, se ha reducido sustancialmente el consumo de plaguicidas en el cafeto (herbicidas para algunas áreas y endosulfán para campos con índices elevados de *H. hampei*) y ante la necesidad de mantener las producciones de este importante cultivo, los métodos agroecológicos constituyen la principal estrategia fitosanitaria. No ocurre solamente por su aceptación por los cafecultores, sino porque ha sido la principal línea de investigación con resultados prácticos en esta labor.

De esta manera, el cultivo del café en el país se realiza básicamente por productores organizados en cooperativas del sector campesino (Cooperativas de créditos y servicios y Cooperativas de producción agropecuaria) y productores del sector estatal (Unidades básicas de producción), así como parceleros o productores que trabajan tierras del estado, por lo que la estructura de tenencia y explotación de las áreas es diversificada, lo cual favorece unidades de producción pequeñas y medianas. Esto facilita las decisiones sobre las prácticas agronómicas y otras de enfoque sostenible (Simón, 1989).

Manejo Integrado de la Broca (MIB)

El MIB es una alternativa de control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), que se desarrolló en los años noventa (Moore y Prior, 1988; Decazy, 1990) para contrarrestar el uso abusivo del endosulfán y otros insecticidas que se utilizaban en la agricultura centroamericana, después de la introducción accidental de la plaga en varios países de la región. Durante esa época, las prácticas más relevantes del MIB eran: la cosecha sanitaria, la poda de cafetos y árboles de sombra, el corte de los frutos prematuros y el control biológico con parasitoides u organismos entomopatógenos. El componente más novedoso de todos fue el control con parasitoides, ya que se trataba de importar, adaptar y multiplicar especies nuevas originarias del continente africano (Dufour *et al.*, 1999).

Para aumentar las posibilidades de control, se ha examinado el tema del trapeo ya estudiado por algunos autores (Mendoza, 1991; Gutiérrez *et al.*, 1993; Mathieu *et al.*, 1997). En 2002, durante el II Seminario Internacional de la Broca del Café, organizado en Costa Rica por el Instituto del Café (ICAFÉ) y el Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico de la Cafecultura en Centroamérica, Panamá, República Dominicana y Jamaica (PROMECAFÉ), los países participantes calificaron el trapeo como nuevo componente del MIB.

En El Salvador, después de varios años de investigación, se elaboró una trampa de tipo comercial, se perfeccionó la técnica, buscando sus límites de aplicación (Dufour, 2002, 2009). El mejoramiento de la eficacia del trapeo ha sido uno de nuestros principales objetivos (Dufour *et al.*, 1999a), pero los resultados a veces muy promisorios, no alcanzaron niveles esperados, es decir, estables y arriba del 90 %.

Con el incremento de las infestaciones en El Salvador y en los países vecinos, en el año 2003 se tomó la decisión de aumentar el campo de investigación del trapeo, integrándolo con otras actividades de control. En primer lugar, era necesario identificar los defectos del control de la broca en general, tal como se realiza en la finca. Luego asociar adecuadamente el trapeo con otros componentes del MIB, aplicados de manera estricta, para lograr un efecto de control aceptable. Este trabajo duró tres años. Para el documento presente, se seleccionaron los principales resultados que permiten definir una nueva forma de su uso.

Control biológico con *Beauveria bassiana*

El hongo *B. bassiana* es un enemigo natural de la broca en varios países productores de café (Bustillo, 2004). Tiene un gran potencial en su control biológico debido a su relativa facilidad de manejo, capacidad de esporulación y persistencia en el campo (Jiménez, 1992; Posada y Bustillo, 1994). En El Salvador se encuentra de forma natural, infectando poblaciones de *H. hampei* en toda la zona cafetalera. Se comprobó su efecto revisando 200 frutos infectados y se encontró que había 184 organismos muertos y 16 vivos, lo cual sugiere que para este caso particular estaba causando 92 % de mortalidad (Hernández *et al.*, 2007).

Estudio realizado por Ramírez *et al.* (2007) revelan que el porcentaje de infestación servirá para determinar el uso o no del control biológico mediante el hongo *B. bassiana*. Para tomar la decisión de usarlo o no se considera lo siguiente:

- Si el porcentaje de infestación es menor a 7 % no se hará ninguna aplicación.
- Si el porcentaje de infestación está entre 7 y 17 %, se realizará una aplicación.
- Si el porcentaje de infestación es mayor de 17 % se realizarán dos aplicaciones.

El hongo entomopatógeno a utilizar es *B. bassiana*. La concentración del producto será 1.3×10^{12} esporas viables/ml. El producto solo será proveído por laboratorios que hayan cumplido con la NOM-002-FITO-2000. Dadas las condiciones geográficas y orográficas de las zonas donde están ubicados los cafetales, no se utilizará la presentación en arroz; se preferi-

rán las presentaciones en aceite o en arcillas como vermiculita. La aplicación se hará entre 80 y 120 días después de la floración normal o representativa (Ramírez *et al.*, 2007).

Según Alejo Domínguez (2007), la aplicación del hongo se realiza directamente sobre los frutos, utilizando la concentración mínima de 1.3×10^{12} esporas viables/ha. Se realizan de una a dos aplicaciones durante el período de fructificación, dependiendo de los índices de infestación que se obtienen mediante muestreo. Este proceso es realizado por los propios productores mediante mochilas aspersoras manuales. Normalmente estos realizan en los cafetales un muestreo previo de frutos para determinar la incidencia de la plaga, asesorados por un técnico de la Campaña contra la broca del café. Si la infestación es mayor al 5 % se registra y se realiza una primera aspersión con las medidas necesarias para asegurar una efectividad del producto. Pasados 30 o 45 días, se vuelve a hacer el mismo muestreo y si es necesario se repite el proceso.

Por lo general, la campaña apoya al campesino con el hongo *B. bassiana*, las mochilas y la asesoría del responsable técnico. Los agricultores son los encargados de realizar la práctica en cada uno de sus predios. La efectividad del control con este tipo de organismos depende de muchos factores, por lo cual, los resultados de evaluación en campo demuestran una efectividad de hasta 40 % de control sobre la broca del café.

Materiales y métodos

Localización, período de ejecución y objeto de estudio

La investigación se realizó en cinco fincas y 15 campos de la UBPC La Calabaza, ubicada en el consejo popular San Benito, perteneciente a la Empresa agroforestal Sierra Cristal, municipio II Frente, provincia Santiago de Cuba. Colinda al Norte con la UEB pecuaria El Toro, al Sur con la UBPC cafetalera Seboruco, al Este con la CCSF Sabino Pupo y al Oeste con la CPA Tania la guerrillera. Se asienta a una altura sobre el nivel del mar de 1240 m, relieve totalmente montañoso. Durante el período comprendido entre los años 2018-2020, las especies de café empleadas para la evaluación fueron: *Coffea canephora* (variedad robusta) y *Coffea arabica* (variedades Caturra rojo de Costa Rica e isla 6-14) sustentadas sobre un suelo pardo sin carbonato típico (Hernández *et al.*, 2015).

Registro climatológico de la zona objeto de estudio

Los resultados de las mediciones de las variables climáticas durante el período se recogen en las siguientes tablas:

Variables climáticas en el año 2018.

Variables climáticas	Meses en el período experimental												Medias
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T. Máx.	28,8	29,9	29,2	31,0	30,1	28,8	28,1	29,3	27,2	29,1	29,3	30,1	29,2
Media °C													
T. Min.	17,9	19,4	18,5	19,0	18,8	17,5	19,2	18,8	17,0	17,2	16,1	19,3	18,2
Media °C													
Humedad (%)	52,2	55,1	50,2	52,2	59,5	58,1	68,2	62,1	55,4	57,3	60,4	70,2	58,4

Variables climáticas en el año 2019.

Variables climáticas	Meses en el período experimental												Medias
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T. Máx. Media °C	29,0	30,8	29,3	33,0	30,2	29,1	28,1	29,8	27,9	29,8	29,7	30,4	29,8
T. Min. Media °C	18,7	20,4	19,6	19,8	19,0	18,8	19,8	19,7	17,5	17,9	16,8	19,9	19,0
Humedad (%)	62,1	60,1	51,3	55,2	61,4	62,1	69,0	63,1	56,3	58,4	61,3	74,4	61,2

Variables climáticas en el año 2020.

Variables climáticas	Meses en el período experimental												Medias
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T. Máx. Media °C	29,9	31,2	30,4	33,2	31,1	29,9	28,6	30,6	28,6	30,6	30,9	32,8	30,7
T. Min. Media °C	19,0	21,3	20,1	20,3	19,0	19,0	19,38	20,8	18,0	18,6	17,2	20,7	19,4
Humedad (%)	69,1	70,2	61,3	65,3	68,4	69,1	72,0	73,2	67,3	69,4	72,3	85,5	70,3

Diagnóstico de las fincas evaluadas

En el diagnóstico realizado se identificaron las siguientes limitantes:

- Cuatro años consecutivos sin hacer aplicación de medios biológicos (*Beauveria bassiana*).
- Empleo insuficiente de nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis bacteriophora* en períodos post-cosecha.
- No se aplica *Cephalonomia*.
- Trampas de capturas insuficientes y desatendidas.

Metodología a seguir para la determinación del índice de infestación

El índice de infestación se evaluó por la metodología del Programa de defensa de la broca del café (CNSV, 2010), de la siguiente forma: en una hectárea se seleccionan al azar de 25-30 plantas, al recorrer el área siguiendo un patrón en diagonal y en zigzag. Se escoge una rama de la zona productiva de cada planta, a la que se le cuenta el número total de frutos y el número de frutos brocados y se calcula el índice de infestación, dado en por ciento.

$$\text{II \%} = \frac{\text{FIB}}{\text{TF}} \times 100$$

II- índices de infestación

FIB- Frutos infestados por broca

TF- Total de frutos

Para la obtención de los datos se trabajó con el método de revisión y análisis de documentos, examinando los análisis estadísticos realizados en la Estación Territorial de Protección de Plantas enmarcadas en el período comprendido de los años 2018-2020. Todos los diagnósticos obtenidos partieron de los datos estadísticos de las informaciones primarias del modelo Entidad 01, lo cual permitió la confección de un Manual técnico para el manejo agroecológico de *H. hampei*. Para la representación y análisis de los datos estadísticos obtenidos se empleó el Software Microsoft Excel 2019 para Windows 10.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en las fincas evaluadas durante los años 2018-2020, demostraron el efecto de *H. hampei* en las plantaciones cafetaleras, enmarcados en los diferentes índices de infestación y distribución que se han obtenido con esta investigación. A continuación, se relacionan los valores obtenidos:

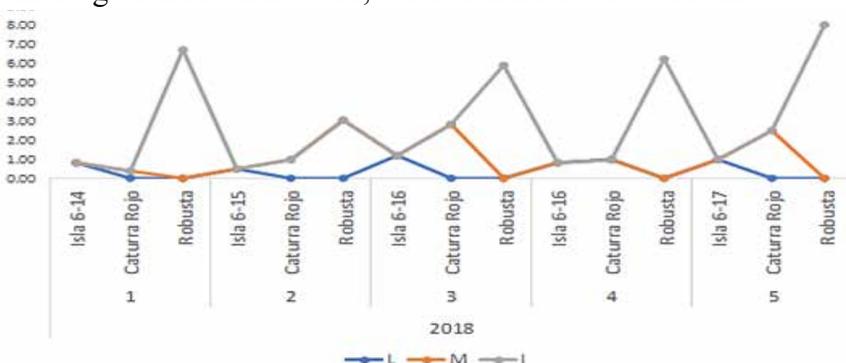


Fig. 3 Porcentaje de infestación de *Hypothenemus hampei* en el año 2018

De acuerdo con la figura 4 el mayor % de infestación de *Hypothenemus hampei* en el año 2018 se obtuvo en la variedad robusta en las fincas en estudio. Constituyen los índices más elevados arrojados con respecto a las otras dos variedades (isla 6-14 y caturra rojo), siendo su valor más bajo de 5.9 % y el mayor de 8.0 %. Igualmente, las plantaciones de arábicas en el referido período por debajo del 2 %. Estos valores están considerados como intensos según Programa de Defensa Fitosanitario del Cultivo del Café; el cual tiene su expresión concreta en mantener los índices de infestación de la plaga al más bajo nivel (menos del 2%).

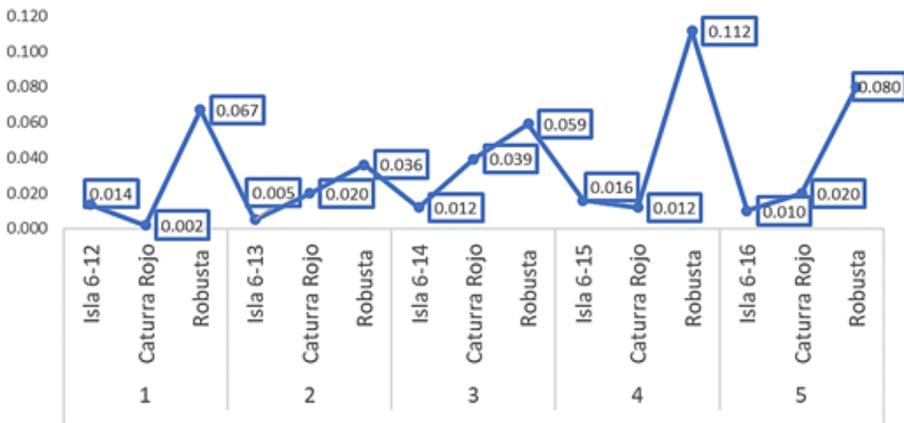


Fig. 4 Área afectada (ha) por *Hypothenemus hampei* en el año 2018

En estudios realizados en la zona de Polo el nivel de infestación a los 160 días post-floración primaria fue 5.0 % en las parcelas con un solo saneamiento y 3.66 % en aquellas con dos saneamientos (Guzmán y Contreras, 2005). Esto demuestra la importancia del trabajo fitotécnico sistemático a emplear en plantaciones de café para disminuir estos índices.

Rodríguez (2007) plantea que la integración de todos los métodos de control o MIB, es la opción más promisoriosa y segura para combatir la *Hypothenemus hampei*. Este manejo puede variar de una zona a otra dependiendo de diversos factores, pero se puede afirmar que son sostenibles niveles no dañinos de ataque sin necesidad de recurrir a los insecticidas químicos. El método principal para reducir las poblaciones de broca es la reducción de sus fuentes de infestación por medio de control cultural, la realización de una buena cosecha y la recolección de frutos del suelo.

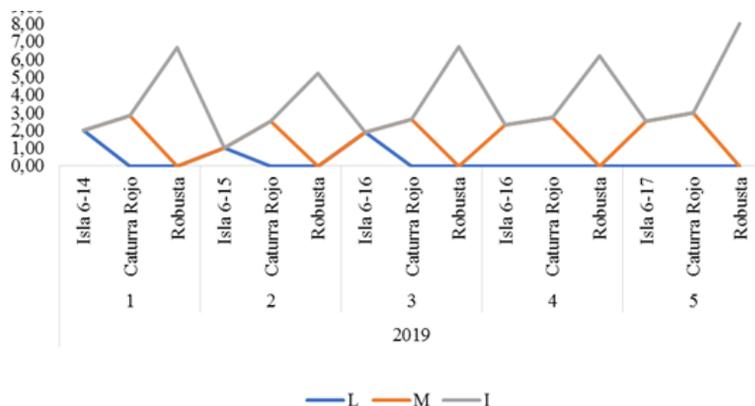


Fig. 5 Porcentaje de infestación de *Hypothenemus hampei* en el año 2019

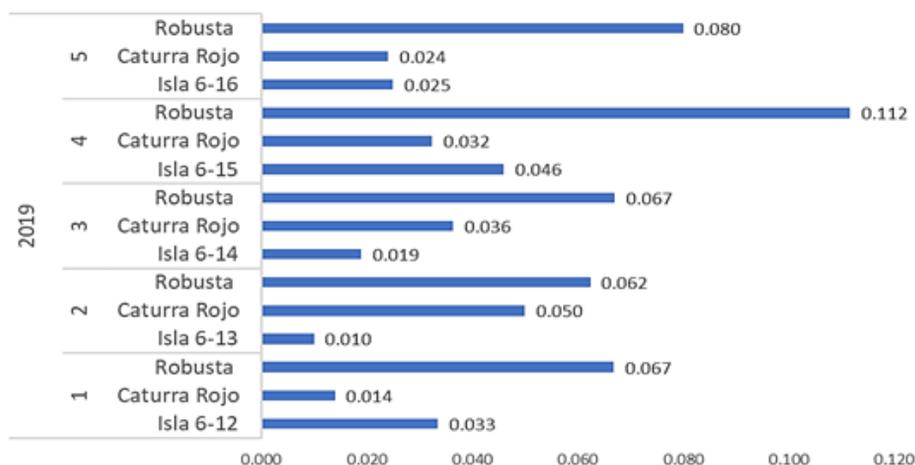


Fig. 6 Área afectada (ha) por *Hypothenemus hampei* en el año 2019

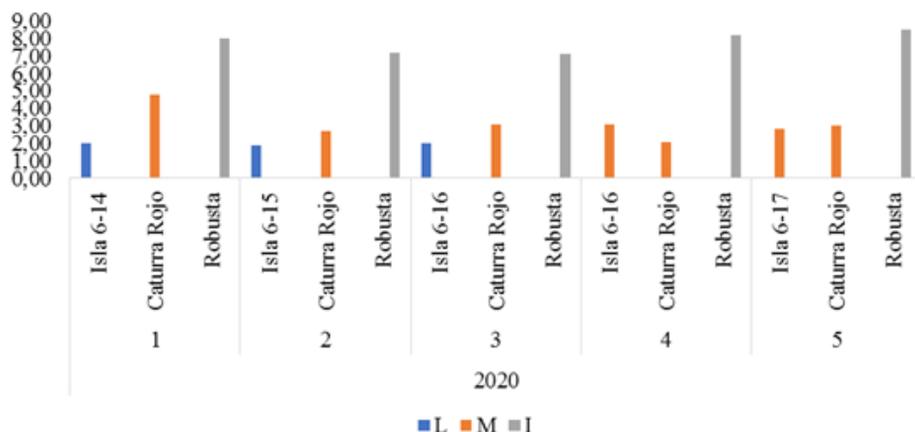


Fig. 7 Porcentaje de infestación de *Hypothenemus hampei* en el año 2020

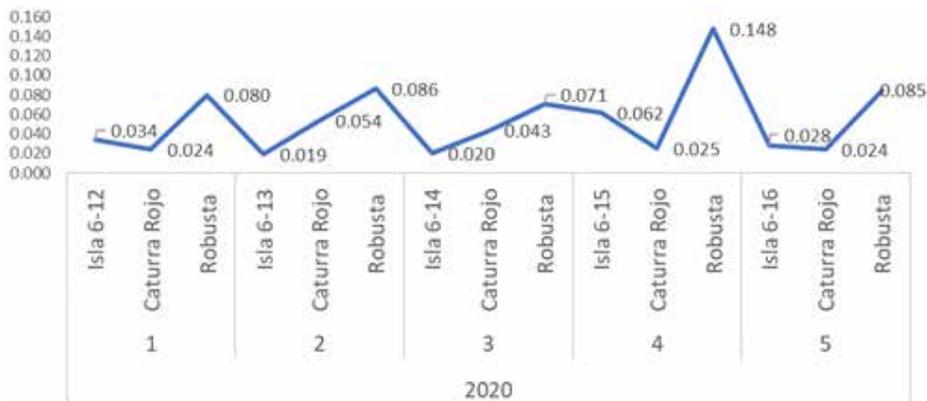


Fig. 8 Área afectada (ha) por *Hypothenemus hampei* en el año 2020

La explicación de este resultado parece deberse a las altas densidades de la plaga y la falta de medidas de control en los campos (Dufour, 2009). Según Decazy (1990) la evolución de las poblaciones de broca en los frutos residuales es el aspecto bioecológico que mejor explica la estrategia de esta para sobrevivir. Rodríguez (2007) considera que la humedad generada por las lluvias, combinada con temperaturas altas, donde parte de los frutos que se encuentran en el suelo germinan o se pudren, provoca la emergencia y migración de este insecto.

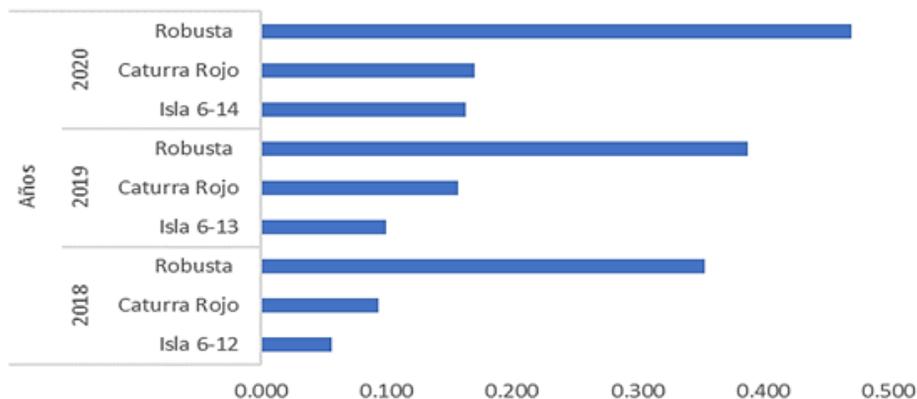


Fig. 9 Total de áreas afectadas (ha) por *Hypothenemus hampei* en los años 2018- 2020

Como se aprecia en las figuras 5 a la 9, la variedad robusta fue la de mayor distribución dentro de los años evaluados. Estos resultados pueden estar dados por la diferencia de especie y tipo de variedades en estudio. A su vez, de las condiciones ambientales que se manifestaron en estos períodos, siendo el año 2020 el más cálido. También constaron parámetros negativos dentro del manejo de la plaga como: la no aplicación de medios biológicos como elemento esencial dentro de la actividad agroecológico.

Sugiere Vázquez (2005) que el control de los problemas fitosanitarios es vital en el cultivo y ha sido más exitoso cuando se le otorga importancia a la integración de todas las prácticas relacionadas con el manejo.

Estos cafetales se encuentran a una altura sobre el nivel del mar por encima de 1 000 m, factor que al parecer tiene influencia en el comportamiento fisiológico entre especies. Autores como Trejo y Funes (2004) destacan que la principal diferencia entre las dos especies es que el café robusta se cultiva a alturas inferiores a los 700 m de altura y que necesita mucha agua y una alta temperatura; mientras que el café arábica se cultiva entre los 1 000 y 2 000 m de altura y necesita un clima un poco más fresco y seco. La primera se cultiva con menos sombra que la segunda, ya que sus hojas son de mayor tamaño, más carnosas y por la disposición que adoptan requieren menos pluviosidad diurna y por consiguiente más insolación (Jarquín *et al.*, 2002).

Conclusiones

La especie *Coffea canephora*, variedad robusta, arrojó los mayores índices de infestación y distribución con valores superiores al 5 %, llegando a 8.5 % en las cinco fincas en el período evaluado. Las variedades isla 6-14 y caturra rojo de la especie *Coffea arábica*, no mostraron diferencias significativas entre ellas, alcanzando valores por debajo del 5 % de infestación por fincas y años en estudio.

***LISSACHATINA FULICA*: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL EN ÁREAS URBANAS DEL MUNICIPIO SANTIAGO DE CUBA**

Ing. Marcos Macías Cáceres

virginiarodriguez@nauta.cu

<https://orcid.org/0000-0003-3069-5790>

MSc. Ada Iris González Reyes

entomologia@saveg.co.cu

<https://orcid.org/0000-0001-6492-1819>

La Sanidad Vegetal en Cuba, es la función número cinco del Ministerio de la Agricultura (MINAG). La misma consiste en la implementación de la protección del territorio nacional contra la introducción y difusión de plagas que afectan a las plantas, de manera que se logre un estado fitosanitario satisfactorio en el país. Esta actividad se materializa mediante los programas de lucha contra plagas, basados fundamentalmente en la señalización, pronóstico, monitoreo y aplicación de alternativas o métodos integrados, así como inspecciones en áreas de cultivos. Por este motivo juega un papel primordial la preparación del capital humano que participa en esta actividad. Para ello es de vital importancia el sistema de activismo y de fitosanitario por estructuras de base en la agricultura, con el propósito de utilizar estas fuerzas técnicas con su debida capacitación, para aplicar los conocimientos técnicos científicos de esta actividad; así como generalizar entre los productores para obtener mejores resultados en la actividad agrícola.

Existen diferentes programas de lucha contra plagas que afectan cultivos de interés económico. Uno de ellos es el de defensa de invertebrados, donde los moluscos juegan un papel significativo. Estos se clasifican, después de los insectos, como el segundo grupo en importancia de manera beneficiosa o perjudicial.

La malacofauna cubana es actualmente una de las más diversas del mundo con cerca de 1 400 especies. Los moluscos presentan disímiles hábitos tróficos, entre ellos, micófagos, saprófagos y algunas especies fitófagos; estas pueden llegar a tener una incidencia desfavorable para la producción, en especial la hortícola.

Los moluscos son de gran utilidad para el hombre pues sirven de alimento, herramientas, en la decoración personal y en el comercio; aunque poseen otras cualidades no tan positivas como vectores de parásitos, hasta llegar a ser plagas de los cultivos (Espinosa y Ortea, 2009). El caracol gigante africano (CGA), *Lissachatina fulica*, es una especie nativa del este de África, pero se ha introducido en casi todo el planeta debido a la introducción antrópica, por sus usos religiosos y terapéuticos (baba de caracol), al comercio de plantas y como mascota y a la introducción natural, debido a la alta plasticidad fenotípica y una estrategia de reproducción muy exitosa.

La introducción del CGA en el Océano Índico y sudeste asiático empezó desde mediados del siglo XIX y principios del XX. En caso del océano Pacífico, parece estar relacionada con la actividad japonesa durante la Segunda Guerra Mundial y se introduce en Hawai en 1936. En América del Sur y las Antillas aparece a partir de 1980 mientras que en los Estados Unidos se informa en La Florida por primera vez en 1966. Su presencia en América se asocia fundamentalmente al comercio de plantas y alimentos, en donde puede viajar sin ser descubierto. En Cuba, la introducción y propagación está asociada a su posible uso en actividades religiosas de afrodescendientes (De la Ossa *et al.*, 2012).

El CGA africano está reconocido internacionalmente como una de las 100 especies más invasoras del mundo (Lowe *et al.*, 2004). Es altamente polífaga pudiendo llegar a consumir hasta 250 especies vegetales dentro de las que están: forestales, frutales, hortalizas y ornamentales (Raut y Barker, 2002). En Cuba es portador del nematodo *Angyostrongylus cantonensis* (Chen y Chen, 1935), que puede ser transmitido de manera accidental a los humanos provocando meningitis eosinofílica y que puede llegar a ser letal (Dorta, 2007 y Thiengo *et al.*, 2010).

En nuestro país son escasos los estudios malacológicos aplicados a la agricultura, los existentes están dirigidos fundamentalmente a la defensa de las hortalizas (Trujillo *et al.*, 1999; Alfonso *et al.*, 2000 y Vázquez y Fernández, 2007). Por lo tanto, se evidencia la necesidad de perfeccionar los programas de defensa contra moluscos existentes, con el objetivo de adaptarlo a la existencia de *L. fulica*; especie exótica invasora bajo regulaciones cuarentenadas, para lograr minimizar el impacto negativo del mismo en los diferentes ecosistemas cubanos. Por otra parte, la producción agrícola es una tarea de seguridad nacional, de modo que estamos obligados a tener una agricultura económicamente viable y sostenible. Para lograrlo, el personal que participa de manera directa en estos procesos productivos necesita contar con una adecuada capacitación técnica, que le

permita la aplicación de la ciencia ya establecida, así como las novedades que se introducen o se originen en Cuba.

Principales características morfológicas y biológicas

Los moluscos son de cuerpo blando, divididos en cabeza, masa visceral y pie, con características únicas en el reino animal que los identifican (Brusca y Brusca, 2003). Exhiben un largo y bien definido pie muscular; cuerpo cubierto con una gruesa cutícula epidérmica, el manto; el cual secreta una estructura llamada concha, en ocasiones ausente, con alto contenido de carbonato de calcio y un órgano de alimentación llamado rádula (formada por hileras de miles de dientes curvos). Los moluscos que habitan las áreas cultivadas pertenecen a la clase Gasterópoda, comúnmente denominados caracoles o babosas.

Hábitos

Los caracoles y babosas terrestres se encuentran en casi todas partes, pero en general prefieren ambientes que ofrezcan refugio, humedad adecuada y gran abundancia de alimento. Por lo general son nocturnos, pero después de una lluvia pueden salir de sus escondrijos durante el día. La temperatura y humedad son los factores principales a tener en cuenta para sus hábitos en la noche y no la presencia de oscuridad. Durante el día es posible hallarlos debajo de escombros, basura y desperdicios húmedos, troncos viejos, ladrillos y piedras, en pilas de rocas y entre setos de arbustos. Los caracoles son más adaptables que las babosas a condiciones ambientales desfavorables como la sequía, debido a que pueden tapar la apertura de sus conchas con una cubierta mucosa, el epifragma, que se endurece y evita la resequedad. Esta estructura alcanza a ser calcárea en los miembros de la subclase Prosobranchia y se denomina opérculo y a diferencia de los pulmonados forma parte permanente de su cuerpo.

Aspectos biológicos

Los gasterópodos se desplazan reptando (arrastrándose), por medio de contracciones y detracciones musculares del pie, las que empujan al animal hacia delante. Para poder avanzar sobre superficies ásperas, sin fricción, una glándula pedal segrega mucus, de manera que el molusco se desliza sobre la alfombra viscosa resultante, esta última al secarse permanece como una brillante huella, que contribuye a evidenciar la presencia de estos animales (Berg, 2009). También poseen un aparato bucal denominado rádula, estructura que consiste en una lengua con la que raspan los tejidos vegetales, proporcionando

orificios y en algunos casos como todas las hojas de las posturas imposibilitando su desarrollo, de esto deriva la importancia de esta plaga.

Las características específicas de los caracoles en su ciclo biológico son: logran la adultez aproximadamente en un año, son hermafroditas dioicos (tienen ambos sexos, pero precisan de otro individuo para la cópula). El ciclo de vida es de 2 años, pudiendo ser más en cautiverio, de 2 a 3 masas de huevos que oscila entre 10 -15 huevos cada una y pueden poner desde los 100 a los 550 huevos según las especies. La eclosión se produce entre los 15 y 20 días; estos son colocados en el suelo cuando este se encuentra húmedo y en la mayoría de los casos son colocados cerca de la planta (Raut y Barker, 2002).

La frecuencia de las puestas está en dependencia del clima y fundamentalmente de las precipitaciones, no obstante, casi siempre comienzan con el período lluvioso. Estos individuos emplean como substratos de reposo o alimentario gran variedad de especies vegetales de las que se encuentran en su entorno, por lo cual son considerados generalmente herbívoros y entre sus hábitos alimenticios se encuentran hojas, tallos, raíces y bulbos y se convierten en plagas de importancia económica al causar daño en cultivos como frijol, trigo, maíz, pastos, centeno, trigo, cebada, hortalizas, ornamentales y frutales.

Por otra parte, su presencia en los agroecosistemas no sólo perjudica a los cultivos, sino también a los humanos, ya que los moluscos son hospederos intermediarios de parásitos intestinales, como son los trematodos de género, *Schistosoma*, *Fasciola*, *Fasciolopsis* y también nematodos como *Angiostrongylus*. Estos organismos nocivos pueden quedar presentes en las hortalizas de las cuales se alimentan y de manera indirecta infestar a los humanos. Se ha observado que se alimenta en al menos 500 tipos diferentes de plantas, muchas de ellas cultivadas (Botell y Bermúdez, 2016).

Descripción

El caracol terrestre gigante africano crece hasta alcanzar un gran tamaño. Puede alcanzar un largo de casi 8 pulgadas (20 cm) y un diámetro de 5 pulgadas (13 cm). Es de forma cónica, terminando en una punta marcada en un extremo, pero redondeado en el otro. Aunque su apariencia es variable, es típicamente de un color pardo claro, con franjas pardas oscuras, como otros caracoles, tiene un cuerpo carnoso que puede replegar dentro de la concha. Posee dos pares de tentáculos. El par superior más grande presenta ojos en las puntas. Se desliza hacia adelante sobre un largo pie muscular que segrega un lubricante en forma de mucosidad.

El caracol gigante africano es más abundante en áreas no naturales (perturbadas) tales como los jardines. Típicamente tienen un sitio de descanso diurno y luego deambulan de noche para alimentarse. Los adultos con frecuencia retornan a sus sitios de descanso en la mañana, pero los caracoles inmaduros son menos propensos a hacerlo. Pueden moverse hasta 50 pies (1 500 cm) en una sola noche para alimentarse. Como otros de su especie son activos principalmente de noche y durante períodos de tiempo húmedos (con una humedad relativa mayor del 50 %). Van dejando un rastro mucoso (baboso) a medida que se mueven. Normalmente buscan lugares abrigados a la sombra con alta humedad para descansar, pero pueden trepar árboles y paredes para hacerlo. Durante el tiempo seco se tornan inactivos, bajo una condición llamada estivación. Con frecuencia buscan el suelo fresco como sitio para pasar este período, probablemente para tratar de mantener la humedad del cuerpo, debido a que no se alimentan mientras están estivando. Durante este tiempo pueden producir una cubierta dura (llamada epifragma) sobre la abertura de su concha. Son capaces de mantenerse en esta condición de descanso varios meses, esperando por un tiempo más favorable.

Estos caracoles son hermafroditas pero raramente se auto-fertilizan. En lugar de esto, copula con otros individuos y durante el apareamiento, ambos donan y aceptan esperma simultáneamente. Como en la mayoría de los otros comportamientos, el apareamiento normalmente ocurre en la noche. La deposición de huevos ocurre 1-3 semanas después de la cópula, pero luego puede continuar por más de un año. Una vez apareados, cada caracol puede producir unos 100 huevos durante el primer año de vida, luego 200-1 000 el segundo año. Los huevos tienen cáscara dura, miden 1/6-1/5 de pulgada (4.5-5.5 mm) de diámetro, y son depositados en el suelo. Los caracoles que no se han apareado producirán unos pocos huevos. Estos normalmente son producidos al comienzo de la temporada de lluvias, y de nuevo al final de esta.

Al eclosionar, los caracoles jóvenes consumen las cáscaras de sus huevos, y la materia orgánica presente en el suelo durante 1-2 semanas antes de abrirse paso excavando hacia la superficie, alimentándose de tejidos vegetales en descomposición (detritos) y plantas vivas adecuadas. Inicialmente se mantienen cerca del sitio de la eclosión, pero eventualmente comienzan a dispersarse más allá en busca de alimentos. Resulta interesante que sus hábitos dietéticos cambian a medida que maduran. Los caracoles más viejos y grandes son menos proclives a alimentarse de plantas vivas que los individuos con edad intermedia, en lugar de eso, se alimentan de detritos tales como hojarasca y material vegetal en descomposición. (Raut y Barker, 2002).

Estos caracoles son activos bajo una escala de temperaturas de 48-90°F (9-32°C), pero pueden sobrevivir tanto a temperaturas más altas como más bajas, enterrándose a veces en el suelo. Basado en la distribución alcanzada en otras partes, se piensa que el caracol gigante africano tiene potencial para sobrevivir tan hacia el norte como hasta los 40 grados de latitud.

Importancia en la agricultura

Daños

Los daños característicos son orificios irregulares que comienzan en forma de ventana, producidos por la acción de la lengua rasposa (rádula), muy parecido al que producen los lepidópteros. Las hojas que seleccionan, habitualmente, se encuentran más pegadas al suelo; el momento más oportuno de consumo del material vegetal es después del trasplante.

Para tener seguridad de que el daño a algún vegetal es causado por moluscos, se debe buscar la estela dejada a su paso, fácil de encontrar cuando le da la luz del sol por el brillo típico y al mismo tiempo, observar la excreta. Si coinciden estas características, entonces podemos decir que estamos en presencia del daño de moluscos. En la agricultura urbana se han considerado como plagas de importancia, principalmente en organopónicos (Vázquez, 2018) y de hecho su control se ha sustentado en métodos rústicos de captura con trampas y de cebos envenenados; más recientemente, se han realizado investigaciones sobre el uso de biopreparados botánicos (Alfonso *et al.*, 2000), lo que aporta nuevas perspectivas en el manejo de estas plagas. Precisamente, ofrecemos en el presente capítulo un avance de las prácticas de manejo más promisorias para la agricultura ecológica, por la importancia de los caracoles y babosas en la misma a pequeña escala, principalmente la urbana y suburbana.

El caracol gigante africano también ha probado ser dañino por transmitir organismos patógenos a las plantas y animales, incluyendo a los humanos. Sirve como huésped intermedio del gusano de los pulmones de las ratas, el cual puede causar la meningoencefalitis en los humanos. También es portador de una bacteria gram-negativa, *Aeromonas hydrophyla*, que causa síntomas severos de enfermedad en las personas, especialmente aquellas con sistemas inmunes comprometido.

Manejo

Los moluscos son animales difíciles de controlar. Por tal motivo el manejo agroecológico ofrece las mayores perspectivas debido a la integración de

diferentes prácticas con el saneamiento del área y el manejo del hábitat. Entre las más utilizadas están las trampas atrayentes y de caída, con melaza y cerveza (Matamoros, 2011).

Pero en el manejo no pueden ser descartados los métodos físicos: recogida manual, la colocación de sacos humedecidos en diferentes puntos del lugar y el uso de aserrín o viruta a los lados de las bolsas o caminos del vivero. Constituyen algunas de las medidas legales la desinfección de substratos y el evitar la introducción de plantas afectadas en las áreas de producción o jardinería.

Los subproductos vegetales también son herramientas que facilitan el control de los moluscos; este es el caso de la solución de cafeína a 2 % sobre el cultivo y el uso de cáscara de café. Vázquez (2018) plantea que también se conocen del grupo de los enemigos naturales, entre las aves, el gavián caracolero *Rosthramus sociabilis* y entre los insectos la hormiga brava *Solenopsis geminata* y santanilla o santanica *Wasmania aurupuntata*. Igual puede observarse en condiciones naturales a la luciérnaga *Alecton discoidalis* (Coleoptera: *Lampyridae*), consumiendo caracoles.

Saneamiento

El saneamiento constituye una de las prácticas agroecológicas de mayor importancia en la prevención de la ocurrencia de plagas y en el caso de los moluscos resulta muy efectiva, debido precisamente a que estos organismos son favorecidos por ambientes húmedos y sombríos. También por la presencia de escondrijos y sitios en los que se acumulan residuos de todo tipo, donde se mantienen sus reservorios en los sistemas de producción. Por ello es importante que los huertos, las fincas, las parcelas, los patios y otros sistemas de producción agropecuaria, se mantengan ordenados y atendidos para reducir las condiciones que favorecen el desarrollo de los caracoles y babosas.

Los residuos de cosecha no deben amontonarse durante mucho tiempo en sitios de la finca, sino que pudieran utilizarse para el compost, incorporarlos al suelo o sacarlos del sistema. Tampoco deben mantenerse basureros, almacenamiento de materiales de cualquier tipo, entre otros.

Métodos físicos

- **Recogida:** se realiza en la mañana, preferentemente, se recogen los caracoles y las babosas. Este método parece tedioso, pero es efectivo y requiere del conocimiento de su hábitat (lugares húmedos y

sombríos, ejemplo: bloques, detrás o debajo de las tejas, entre la vegetación tupida y algunos otros sitios).

- **Sacos de yute:** la colocación de sacos de yute en las áreas cultivadas constituye un refugio para babosas y caracoles, ya que es un lugar seguro donde se cobija en horas de la noche. Los sacos se revisan todas las mañanas y se destruyen los individuos que allí se encuentran.
- **Cobertura de aserrín:** se esparce el aserrín en caminos y bajo las bolsas (en viveros). El aserrín se pega al mucus exudado por los moluscos impidiendo realizar la locomoción y el animal muere por inanición.
- **Láminas de cobre:** proteger a las plantas con láminas de cobre, colocándolo en bandas o espiral en forma cónica en un área de 5 cm. Esto provoca una descarga eléctrica, la cual hace que los moluscos no avancen más allá de esta.
- **Cáscaras de huevo:** dejar secar las cáscaras vacías, triturarlas haciendo trocitos pequeños y se colocan alrededor de la planta afectada. Los caracoles al pasar se les quedan pegadas, inmovilizándolos y muriendo después.

En Cuba, estos organismos han sido estudiados desde el punto de vista faunístico (Espinosa y Ortea, 1999; Torre y Bartsch, 2008), sin embargo, su nocividad a los cultivos, el comportamiento en sistemas agrícolas, así como el desarrollo de métodos de control, se han limitado a la utilización de molusquicidas importados y de prácticas tradicionales. En nuestro país la introducción y diseminación del CGA está asociada a prácticas mágico-religiosas de determinados grupos étnicos poblacionales. Sus poblaciones más importantes radican en áreas urbanas y suburbanas. Jugando un papel primordial el movimiento de agricultura para su control y mitigación de daños.

Es por esto que es tan importante que la población conozca las pérdidas o daños, que esta plaga produce a la agricultura y a la salud humana. Del mismo modo es necesaria la preparación o capacitación de la masa popular para jugar un papel primordial en su control.

Ensayo de laboratorio

Se tomaron 30 ejemplares entre juveniles y adultos del foco, para el ensayo en el laboratorio. El experimento está diseñado para cuatro variantes. El variante número uno se realizó en condiciones reguladas en el umbráculo y el resto de ellas en condiciones controladas del laboratorio en tarrinas. Uti-

lizándose un total de 12 con 3 cm de tierra cada una, material vegetal como espinaca, hoja de plátano, para su alimentación y desarrollo.

Diseño experimental bajo condiciones de laboratorio mediante cuatro variantes como se observa en la tabla.

1. Entierro de las conchas vivas envueltas en cal viva con dosis de 1/2 kg por 7 días, a una profundidad de 0,50 m.
2. Aplicación de Tierra diatomea con dosis de 100g a los caracoles, bajo condiciones de laboratorio por 7 días.
3. Aplicación de cal viva a los caracoles, bajo condiciones de laboratorio con dosis de 200 g/tarina por 7 días.
4. Aplicación de *Heterorhabditis sp.* (100.000 juveniles infectivo/tarina) a los caracoles, bajo condiciones de laboratorio por días.

Variantes del experimento o ensayo en condiciones del laboratorio

Experimento o variante	Ejemplares	Edad		Días de exposición	Profundidad en 0,50 m	
		Juvenil	Reproductiva		Juvenil	Reproductiva
1	8	4	4	7	4	4
2	7	3	4	7	0	0
3	7	3	4	7	0	0
4	8	4	4	7	0	0

Ensayo en el sitio del foco

Los materiales utilizados fueron: cal, petróleo, hipoclorito, guantes quirúrgicos, cinco picos, cinco palas, gasolina 3lts, una motosierra, tres hachas, guantes de lona, tres machetes, una soga de 7 metros y tres baldes de 15 lts. Para la realización de este trabajo una vez tomada la medida de preservación del lugar nos dimos a la tarea de evaluar los daños que *Lissachatina fulica* que estaba provocando, en la flora presente en el sitio del foco.

El patio contaba con: 70 plantas de plátano burro, tres de guayaba, coco, dos de limón criollo, mangos y aguacates en 280 metros cuadrados. Además de gran cantidad escombros y restos de plátano en descomposición. Para ello utilizamos la escala de daños que se aplica en el Programa de defensa contra molusco.

Grado 1- Hoja dañada hasta un 25 % de su área total.

Grado 2- El daño sobrepasa el 25 % del área foliar pudiendo llegar hasta un 50 %.

Grado 3 - El daño sobrepasa el 50 % del área foliar pudiendo llegar hasta un 75 %.

Grado 4 - El daño sobrepasa el 75 % del área foliar pudiendo llegar hasta un 100.

Se realizaron entre la población del área de salud afectada un total de 500 encuestas correspondiente a la planilla uno y dos. Del total el 70 % corresponden al número 1, como método de comprobación de los conocimientos adquiridos.

Resultados y discusión

Diagnóstico de *Lissachatina fulica*

Durante el diagnóstico de este caracol se observó que presenta una concha con cloración parda o marrón de tonalidades más oscuras a más claras formando franjas paralelas, la concha termina en su parte posterior con forma de cono espiral con tonos más claros en las franjas paralelas, como se muestra en la figura 10.

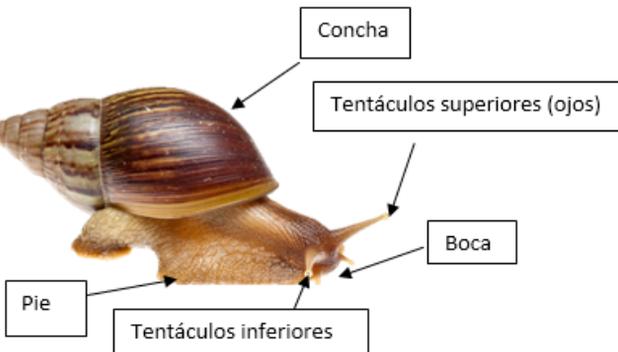


Fig. 10 La figura muestra las carteristas físicas del molusco

Resultado de ensayo del laboratorio

Se obtuvieron resultados de las cuatro variantes realizadas bajo condiciones reguladas en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LPSV). Permanecieron bajo condiciones de laboratorio por 7 días tres de ellas: entierro de las conchas vivas envueltas en cal viva con dosis de 1/2 kg, a una profundidad de 0,50m; aplicación de cal viva a los mismos bajo condiciones de laboratorio, con dosis de 200 g/tarina y el uso de *Heterorhabditis sp.* (100.000 ji/tarrina) con estos moluscos. Dichas variantes hicieron control de los estados juveniles, siendo esta última la más viable.

Sin embargo, ninguna de las variantes sometió a ejemplares adultos, determinándose como la de menos control la variante dos sobre aplicación de Tierra diatomea con dosis de 100 g /tarrina, donde no hubo control de juveniles ni adultos. Otro de los resultados arrojados se refiere a que los caracoles con más de 6 meses de vida, tamaño + 9 cm, produjeron una capa protectora, impidiendo que los productos aplicados ejercieran su control.

Control

En paralelo al proceso de captura en el foco se realizaron 4 pruebas de investigación en el departamento de entomología-acarología del LPSV. Para ello se utilizaron 30 ejemplares en diferentes estadios de desarrollo. En el sitio del foco, al mismo tiempo, se aplicaban las variantes antes mencionadas, aprovechando las características del lugar y el sistema de trampas montadas. Los resultados arrojados se exponen a continuación.

Ensayo en el sitio del foco

Se corroboró con el propuesto por el departamento de entomología-acarología y malacología del LPSV en Santiago de Cuba, pudiéndose demostrar que dicha plaga se encontraba en un índice elevado, a razón de más de dos individuos por metro cuadrado. Sin embargo, los daños en los cultivos presentes no pasaron de grado 2 en el follaje de solo 3 plantas de plátano.

Este resultado obligó a realizar un estudio más profundo del comportamiento para determinar de qué se estaba alimentando el molusco, descubriéndose que lo estaba haciendo de los retoños más jóvenes y tiernos del plátano y de los frutos en el suelo de mango y guayaba, preferiblemente maduros. Con esta información se procedió como medida erradicativa al desmonte y destrucción de todo el material vegetal del sitio, encalando toda la periferia para evitar la propagación fuera del área de confinamiento, se cavaron cuatros grados fosos para incinerar la mayor parte del material resultante del desmonte quedando una pequeña parte seleccionada.

Se utilizaron los restos de plátano y los frutos preferentemente maduros de mango, suelo con materia orgánica en descomposición y todo tipo de material vegetal presente en el lugar, previamente seleccionado para conformar un sistema de trampas que nos permitió acelerar el proceso de captura. Para ello se montaron 20 trampas con diferente composición, (a) 5 con restos de plátano, (b) 5 con frutos frescos de mango y restos del mismo, (c) 5 con una mezcla de suelo vegetal húmedo, material vegetal diverso y las últimas 5 (d) con rocas pequeñas, tierra vegetal húmeda, restos de aguacate, hojas de coco

y limón. Las trampas se distribuyeron tomando como criterio las partes más húmedas del terreno. Todas se cubrieron con hojas de coco y plátano secas humedecidas con agua, como se explica en la tabla siguiente:

Sistema de trampas

Trampas	Material
A	5 trampas con restos de plátano.
B	5 trampas con frutos frescos de mango y restos del mismo.
C	5 trampas con una mezcla de suelo vegetal húmedo, material vegetal diverso.
D	5 trampas con rocas pequeñas, tierra vegetal húmeda, restos de aguacate, hojas de coco y limón.

En el período comprendido se capturaron 561 ejemplares en el foco y su primer anillo de seguridad se encontró 13 ejemplares, de ellos 5 en edad reproductiva. Los primeros 100 se colectaron durante la preparación y ejecución del proceso de limpieza y desmonte del lugar, con un 95% en edad reproductiva. Así como 104 de los 170 nidales detectados hasta el momento fueron destruidos en esta etapa. El resto de los nidales se encontraron en su mayoría en las oquedades y resto de la plantación de plátano que existía en el sitio.

Comportamiento de la captura/trampa

Trampas	Captura	Edad reproductiva	Juveniles	% de captura en edad reproductiva
A,B	308	0	308	0
C,D	154	79	75	51%

Se puede apreciar que la tabla anterior que en todas las capturas de las trampas A y B (plátano y frutos frescos) solo se detectaron ejemplares juveniles, pues son más voraces en esta etapa, no siendo así en las trampas C y D, que fueron las únicas que capturaron caracoles en edad reproductiva. Estos resultados corroboran que en caso del CGA los estados juveniles se comportan con mayor voracidad que sus fases adultas, en la trampa D, a diferencia del resto, cinco de los ejemplares de aproximadamente 7 meses y medio de edad realizaron su ovoposición con 550 huevos. Fue comprobado que en el caso de las fases adultas y debido a la gran capacidad de adaptación de la especie pueden alimentarse de materia en proceso de descomposición.

La experiencia mundial en el manejo de esta especie indica que actualmente el método de control más efectivo es el manual (Correoso, 2006), que se aplica en Puerto Iguazú y en la ciudad de Corrientes. Consiste básicamente en la recolección manual de los ejemplares y sus huevos para su posterior destrucción. En Argentina, por el momento, se recomienda la utilización de sal

común (cloruro de sodio) para matarlo. Para recoger estos moluscos siempre se deben utilizar guantes impermeables, con el fin de evitar el contacto directo con su baba. Luego, se colocan los capturados en bolsas que contengan sal común. Una vez producida su muerte por efecto de la deshidratación que ocasiona la sal, estos deben ser destruidos, incinerados o enterrados.

Otro método complementario al manual se basa en la utilización de trampas experimentales (Matamoros, 2015), que cuentan con un cebo o atrayente para el caracol (frutas tropicales como banana, mango o mamón) contenidas en un recipiente pequeño (bandejas) que a su vez deben colocarse en el centro de otro recipiente de mayor tamaño (puede ser un bidón de veinte litros de capacidad cortado por la mitad). Entre el medio bidón y el recipiente con el cebo se coloca una cobertura de sal común que servirá como piso deshidratante para los moluscos cuando estos se dirijan hacia el centro de la trampa en busca del atrayente, ocasionando así su muerte. Es recomendable cubrir la trampa para proteger sus componentes esenciales de la acción del sol y de la lluvia. Los caracoles capturados en las trampas deben ser retirados utilizando guantes impermeables para su posterior destrucción.

El saneamiento constituye una de las prácticas agroecológicas de mayor importancia en la prevención de la ocurrencia de plagas. En el caso de los moluscos resulta muy efectivo, debido precisamente, a que estos organismos son favorecidos por ambientes húmedos y sombríos, así como por la presencia de escondrijos y sitios donde se acumulan residuos de todo tipo y se mantienen sus reservorios en los sistemas de producción (Vázquez, 2018).

En este trabajo se puede corroborar que las trampas con la utilización de cebos es un método efectivo para la captura del caracol. A diferencia de lo planteado por Correoso (2006), estas trampas se confeccionaron con material vegetal y suelo del sitio, tomando en cuenta las preferencias alimentarias y el comportamiento de la plaga en el área afectada. Tienen como propósito no solo la captura física del molusco, también de crearle las condiciones necesarias para que ovopocite y que el *Heterorhabditis sp.* pueda hacer su acción parasitaria sobre las camadas de recién nacidos. Se corroboró lo planteado por Vázquez (2018) referido al saneamiento. En el sitio estudiado no solo había escombros sino también restos de material vegetal en descomposición, condición que facilitó los altos índices de población encontrados. En cuanto al encalado propuesto por los autores antes mencionados, en la presente investigación fue efectivo como barrera, pero para la eliminación física del molusco solo funcionó combinada con la destrucción mecánica.

Por todo lo antes mencionado, se propone que las medidas de control para los caracoles deben ser combinadas en un manejo utilizando el *Heterorhabditis sp.* para el control de los estadios más juveniles con dosis no menores de 5000 ind/lts de solución final aplicado en trampas de no más de un metro y medio cuadrado con el propósito de mitigar el daño de la plaga al diezmar su población. También se recomienda aplicar las acciones físicas propuestas en el Programa vigente de defensa contra moluscos, que contempla las que proponen los autores antes mencionados.

Conclusiones

Ha sido diagnosticada la presencia del CGA en el territorio de Santiago de Cuba. Se realiza la capacitación del personal para el diagnóstico y control del caracol gigante africano a un total de 500 personas. El control con *Heterorhabditis sp.* y cal en condiciones del laboratorio fue efectivo en juveniles, no siendo así en adultos. El control en el sitio del foco fue efectivo cuando se combinaron las medidas del manejo físico con el uso de *Heterorhabditis sp.* en trampas.

MANUAL PRÁCTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MIP EN ALMACENES DEL PUERTO GUILLERMÓN MONCADA

MSc. Meybel Ríos Hernández

gretelcamposrios@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4328-2242>

El almacenamiento de granos y otros rubros derivados de la producción agraria, sean importados o de producción nacional, constituye una actividad muy especializada que requiere tecnologías apropiadas y personal calificado. Esto es debido a los disímiles aspectos que deben ser considerados para garantizar que dichos productos se conserven con la calidad que se exige para su uso industrial o consumo directo. Entre ellos se encuentran los relacionados con la prevención y control de organismos que se manifiestan como dañinos o perjudiciales. Es decir, que puedan constituir plagas de almacén o contaminarlos, inhabilitándolos para el consumo humano o animal (Guzmán *et al.*, 2013).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), estas son sustancias destinadas a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier organismo nocivo, incluidas las especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos alimenticios para animales, o que pueda administrárseles para combatir ectoparásitos. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladores del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o inhibidores de la germinación, sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra la deterioración durante el almacenamiento y transporte. Sin embargo, esta acepción no incluye normalmente los fertilizantes, nutrientes de origen vegetal o animal, aditivos alimentarios ni medicamentos para animales (Pérez *et al.*, 2011).

En la definición de plaga se incluyen insectos, hierbas, pájaros, mamíferos, moluscos, peces, nematodos o microbios que compiten con los humanos para conseguir alimentos, destruyen la propiedad, propagan enfermedades o son vectores de estas, o causan molestias. Los plaguicidas no son necesariamente venenos, pero pueden ser tóxicos para los humanos

u otros animales (Espejo, 2002). El término está más ampliamente difundido que el nombre genérico exacto: biocida (literalmente: matador de la vida). Esta definición sugiere que las plagas pueden ser distinguidas de los organismos no nocivos y que las plagas son totalmente indeseables.

Durante los años 1980, la aplicación masiva de estos productos fue considerada, generalmente, como una revolución de la agricultura. Eran relativamente económicos y altamente efectivos. Su uso llegó a ser una práctica común como medida preventiva aun sin ningún ataque visible. Desde entonces, se ha demostrado que este método no solo perjudica el medio ambiente, sino que a la larga, es también ineficaz. Donde se han utilizado los plaguicidas de manera indiscriminada, las especies de plagas se han vuelto más resistentes y difíciles de controlar. En algunos casos se ha creado resistencia en los vectores principales de las enfermedades. Sobre la base de esta experiencia, los especialistas en la protección de cultivos han desarrollado un método más diversificado y duradero: el manejo integrado de plagas (MIP) (Stenberg, 2017).

El MIP es más que una alternativa para combatir las plagas en almacenes. Además de contribuir a su control efectivo y evitar las pérdidas asociadas a las mismas, influye positivamente sobre la salud del hombre, los animales, el ambiente, así como una mayor eficiencia económica por disminución de insumos de biocidas, particularmente para mantener la sostenibilidad, después de la supresión de uso del bromuro de metilo (Pérez *et al.*, 2019).

El control biológico (Hoy, 2011), ofrece una alternativa viable a los pesticidas, aunque desafortunadamente, en la actualidad permanece casi ausente en los almacenes, a diferencia de invernaderos y plantaciones al aire libre (Lukas *et al.*, 2007). Nuestro país no escapa a estas problemáticas, y pocos trabajos abordan la materia con profundidad.

La tierra de diatomeas es un plaguicida orgánico totalmente amigable con el hombre y el medio ambiente; relativamente nuevo en nuestros escenarios, que se viene utilizando desde finales de 2017 para el control de plagas poscosecha (Miralles, 2019). El MIP en almacenes, se ha elaborado, con el propósito de establecer, bajo las condiciones específicas de cada unidad, un eficiente, económico y ambientalmente seguro programa de acciones, encaminado a reducir las pérdidas por plagas y contribuir a mantener la inocuidad de los alimentos (Pérez *et al.*, 2019).

Existe una serie de métodos de control que muestran buenas expectativas para el manejo de plagas en granos almacenados. Sin embargo, debe quedar muy claro que ninguna de estas medidas es capaz de dar solucio-

nes a todos los problemas por sí sola, por lo tanto no se debe pensar en ellas como medios aislados de control, sino complementarios.

Revisión bibliográfica

La Cuarentena Exterior organiza y ejecuta la vigilancia fitosanitaria en los puntos de ingreso (puertos, aeropuertos, marinas, zonas francas, correos internacionales y polos turísticos) y sus zonas aledañas, para prevenir el acceso de plagas reglamentadas (plaga cuarentenaria o plaga no cuarentenaria reglamentada); regula la importación y exportación de productos básicos (CNSV, 2015). Reviste gran valor para el Punto de Frontera de Santiago de Cuba, la inspección y manejo de los productos que se encuentran en los almacenes de tránsito del Puerto Guillermon Moncada.

El Control de Plagas Poscosecha, bien instrumentado, estructurado y organizado tiene gran importancia para la seguridad alimentaria del país. De nada valdría un esfuerzo considerable en obtener cosechas o importar cantidades suficientes de granos, cereales y/o sus derivados; si durante su almacenamiento y/o procesamiento, la acción de las plagas producen grandes pérdidas directas o inutilizan grandes cantidades de productos, impidiendo su utilización para el fin que fueron producidos o importados (CNSV, 2011).

Plagas en productos almacenados

Los granos almacenados pueden exponerse a pérdidas en cantidad y calidad, que se tornan cuantitativas cuando el grano es consumido por insectos, ácaros, roedores, aves, microorganismos, etc. Las pérdidas en la calidad son más difíciles de definir que las de cantidad; estas últimas se reflejan en el valor económico del producto. Los factores que más afectan la calidad en condiciones del almacenamiento, son la sanidad y color de los granos. El daño del grano causado por diferentes agentes nocivos puede conducir a una reducción importante en su valor (CNSV, 2006).

En países en vías de desarrollo las pérdidas por hongos, insectos y roedores llegan a ser hasta del 34 %, muchas de las cuales podrían evitarse mejorando las condiciones de almacenamiento (Pérez *et al.*, 2010). Expertos estiman que entre un 5 % y un 10 % de la producción de alimentos se pierde por causa de los insectos. En ciertos países esas cifras se expanden hasta el 50 %. (Casini y Santajuliana, 2008). Afirman además que los daños dependen del tipo de insecto, su cantidad y fundamentalmente de la calidad de los granos al entrar al depósito. Explica Fuste (2006) que en Cuba los perjuicios registrados en el almacenamiento de granos han sido valorados en más de

450 mil pesos en un día de lluvia, por el mal estado de las naves; mientras que, como promedio al mes, más 54 t son vendidas con afectaciones.

Descripción de las principales plagas que inciden en los almacenes del Puerto Guiller món Moncada

Cryptolestes ferrugineus (Steph)

Nombre común: Carcoma achatada de los granos.

Orden: *Coleoptera*.

Familia: Cucujidae.

Daños: especialmente en todos los cereales y sus derivados, pero también en frutas secas, maní y tortas oleaginosas. En semillas y cebada cervecera puede ocasionar grandes daños, ya que devora los gérmenes.

Sitophilus granarius (L.)

Nombre común: Gorgojo del trigo.

Orden: *Coleoptera*.

Familia: *Curculionidae*.

Daños: de gran importancia en cereales almacenados en países de clima templado. Los daños son ocasionados especialmente por las larvas. Se encuentra preferentemente en trigo y centeno, pero también en maíz, cebada, arroz, sorgo, trigo y con menos frecuencia en avena. El gorgojo también come ocasionalmente harina, trigo triturado y fideos.

En caso de fuertes infecciones el cereal se calienta y humedece, formándose mohos. Favorece el ataque de otros insectos plagas.

Sitophilus oryzae (L.)

Nombre común: Gorgojo del arroz.

Orden: *Coleoptera*.

Familia: *Curculionidae*.

Daños: peligroso para el cereal almacenado en países cálidos. Ataca todo tipo de cereales, las larvas pueden también desarrollarse en fideos, trigo, frijoles, piñones, castañas y semillas de algodón. El adulto puede alimentarse además de harina, galletas, obleas, pan blanco, tabaco y semillas de cáñamo.

Tribolium castaneum (Hbst.)

Nombre común: Falso gorgojo de la harina.

Orden: *Coleoptera*.

Familia: *Tenebrionidae*.

Daños: los adultos y las larvas se alimentan de las más variadas sustancias vegetales secas, así, por ejemplo, derivados de cereales, maní, cacao, leguminosas, especias, frutos secos. A menudo causa daños en molinos. La harina muy infestada tiene olor fuerte y se torna marrón y disminuye la capacidad de horneo.

Ephestia kuehniella (Zell.)

Nombre común: Polilla de la harina.

Orden: *Lepidoptera*.

Familia: *Phycitidae*.

Daños: las larvas viven en harina, afrecho, cereales molidos, cereales arrollados, nueces, etc. Especialmente perjudiciales en molinos por la formación de telas.

MIP en Poscosecha

El MIP es más que una alternativa para combatir las plagas en almacenes, silos, instalaciones de la industria molinera y transportación de alimentos, que puede ser extendido a todos los productos almacenados. Además de contribuir al control efectivo de plagas y evitar las pérdidas asociadas a las mismas, influye positivamente sobre la salud del hombre, los animales, el medio ambiente, así como una mayor eficiencia económica por disminución de insumos de plaguicidas; particularmente para mantener la sostenibilidad, después de la supresión de uso del bromuro de metilo (Pérez *et al.*, 2010).

El incentivo para el desarrollo y adopción del MIP ha sido producto de las consecuencias alarmantes del uso indiscriminado de plaguicidas, que ha tenido un impacto negativo sobre el ambiente, la salud de los agricultores y consumidores, los costos de producción, en el balance ecológico de las poblaciones de plagas y la resistencia de las mismas hacia los plaguicidas en uso (Stenberg, 2017). El país almacena y/o procesa granos, sus derivados y otros productos susceptibles a infestarse; sean de producción nacional y/o nacionalizados en cantidades significativas, cuya conservación e inocuidad es responsabilidad de sus propietarios mediante la implementación de adecuados sistemas de MIP Poscosecha ajustados a las características constructivas de sus instalaciones y sobre los cuales el

sistema de Sanidad Vegetal tiene la función estatal de realizar la vigilancia fitosanitaria (Miralles, 2019).

Insecticidas Biológicos.

Tierra de diatomeas (TD)

La diatomeas o tierra de diatomeas -también conocidas como DE, TSS, *diahydro*, *kieselguhr*, *kieselgur*- es una roca sedimentaria silíceo formada por microfósiles de diatomeas, que son algas marinas unicelulares que secretan un esqueleto silíceo llamado frústula. Dado que se presentan en forma de tierras de color blanco, también se las denomina tierras blancas. Estas algas fosilizadas se emplean como fertilizantes orgánicos y naturales o insecticidas ecológicos para los cultivos, entre muchos otros usos habituales. Por tanto, son muy beneficiosas para los suelos. La TD se puede utilizar como un insecticida efectivo, ecológico y natural, sobre todo en las épocas cálidas (Miralles, 2019).

Acción Insecticida

El modo de acción de la TD es diferente al de los plaguicidas químicos, los cuales por lo general son toxinas neurales, mientras que la primera mata los insectos mediante un proceso físico que los deseca, no absorbiendo su agua constitucional sino la cutícula cerosa externa que lo protege de la desecación. La muerte de los insectos ocurre aproximadamente 12 horas después de haber tenido contacto con el producto. Se utiliza en una dosis del 0.4 % al 1 % (p/p), lo que equivale a emplear de 3.6 a 9.0 kg de producto comercial por tonelada de producto a proteger en dependencia del almacenamiento. En las condiciones de los almacenes de Cuba, ha mostrado un efecto protector entre 8 y más de 12 meses respectivamente.

Características y Beneficios

TD mejorada: su combinación con sílica gel (Protect – It®) le proporciona un mejor efecto sobre otras TD insecticidas. No resulta al hombre y no confiere residuos químicos a los productos tratados. Es fácil de aplicar, segura, tiene una amplia efectividad, es flexible, y sin término de carencia por lo que tiene además una larga duración.

Modo de aplicación

Las dosis de aplicación difieren debido a que la velocidad de deshidratación varía en dependencia de la especie de insecto y del tipo de producto almacenado.

Lugares en que puede emplearse:

En transportadores (de cadena, de bandas o sinfin), tanques, silos y elevadores; compartimentos para carga de camiones; casillas y tolvas ferroviarias; escotillas de embarcaciones marítimas; almacenes.

Enemigos naturales

La protección de plantas mediante el empleo de parásitos y microorganismos para el control de plagas y enfermedades tiene como fundamento el control biológico, el cual utiliza o maneja a los enemigos naturales u organismos benéficos nativos o introducidos (predadores, parasitoides, entomopatógenos, antagonistas, competidores, etc.) para reducir las poblaciones y efectos de las plagas (De la Cruz, 2018). Los entomófagos han sido considerados durante mucho tiempo, el grupo más importante dentro del conjunto de organismos que ejercen su acción como enemigos naturales. Numerosos especialistas afirman que son los agentes de control biológico más importantes. Lo cierto es que los parasitoides han sido el tipo más común de adversarios colocados para esta tarea y que han estado involucrados en muchos de los casos de introducciones exitosas (Pérez, 2018).

No es un secreto que el control biológico ejerce una acción más lenta, porque no es inmediato ni tan radical como los pesticidas. En los programas exitosos de biocontrol se reducen los organismos nocivos a un nivel que no causan daño, pero no se eliminan por completo, pues el enemigo natural requiere una población mínima de plaga para su supervivencia. Esta acción es permanente mientras que el control químico requiere una aplicación cada vez que se alcanzan niveles de daño, provocando un mecanismo de resistencia en los insectos (De la Cruz, 2018).

La aplicación del control biológico es considerada una táctica válida para restaurar la biodiversidad funcional de los ecosistemas. Una de las ventajas de su uso es que constituye uno de los métodos más baratos, seguros, selectivos y eficientes para controlar poblaciones nocivas. Por otro lado, no contamina al medio ambiente, pues no destruye la vida silvestre (Boldini *et al.*, 2019). A medida en que las autoridades del país apoyen

este tipo de tecnología y se incrementa su uso por parte de los productores, habrá mayor necesidad de elevar la disponibilidad de controladores biológicos (Cevallos *et al.*, 2021).

Evaluación de la TD

Para el tratamiento con la TD se escogió el almacén Carga Agrupada. Después de realizar la inspección general donde se evaluaron las condiciones de almacenamiento y el índice de plagamiento, se procedió a aplicarla según la metodología de Protect-It®.

Materiales utilizados para la TD

- Motoespolvoreadora o Espolvoreador neumático.
- Probeta plástica.
- Careta antigás.
- Capa.
- Recipiente plástico.

Se realizaron observaciones de las estibas tratadas a las 24 h, 48 h y 72 h.

Valoración de los controles biológicos

Para comprobar la presencia de enemigos naturales, en el almacén Terminal Multipropósito Santiago de Cuba Nave 1 (TMPSC Nave 1) se colocaron trampas en el exterior e interior del mismo, así como la colecta de otros insectos en las estibas, paredes y pallet. El índice de biorreguladores fue determinado a partir de la metodología de Vázquez y Fernández (2007). Para preservar esta población de controles biológicos, no se efectuaron tratamientos químicos, sino que se realizaron liberaciones de *Trichogramma pretiosum* con una dosis de 8 000 individuos/m³.

Procesamiento de las muestras

Se aplicó la NC 70-10 para la toma de muestras en los almacenes, así como para el procedimiento de envío de las mismas a los laboratorios especializados NC 70-11. Ambas acciones se realizaron por personal competente y previamente capacitado. La identificación de los organismos se realizó en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LPSV) utilizando las colecciones de referencia del Departamento de Entomología y las

claves dicotómicas ilustradas de Krantz y Walter (2009) y Hughes (1976). Fue empleada la metodología de Vázquez y Fernández (2007) para determinar el índice de biorreguladores y fueron identificados según las claves de Sánchez (2018).

Materiales utilizados para la toma y procesamiento de las muestras

- Lupa.
- Guantes.
- Lápiz cristalográfico.
- Javas de nailon.
- Placas Petri.
- Tubos de ensayo.
- Manual práctico para la implementación del MIP.

Con el resultado de las investigaciones realizadas, el análisis de la información estadística y la bibliografía estudiada se elaboró un manual práctico que permite la toma de decisiones con el objetivo de implementar el MIP en los almacenes.

Resultados y discusión

En la tabla se exponen los resultados del diagnóstico integral que se realizó en los almacenes del Puerto Guillermon Moncada escogidos para este trabajo de investigación.

Diagnóstico integral de los almacenes

Almacén	Área total m ²	Infraestructura			Producto	Estado Fitosanitario	
		B	R	M		Plaga	Intensidad
Carga Agrupada	3156.0		X		Arroz	<i>Ephestia sp.</i>	Ligero
					Chícharo	<i>Sitophilus sp.</i>	Ligero
TMSC N1	2587.0	X			Arroz	<i>Ephestia sp.</i>	Ligero
					H. Trigo	<i>Sitophilus granarius (L.)</i>	Ligero

Como se puede apreciar en la tabla las condiciones estructurales de los almacenes Carga Agrupada y TMSC N1 son de regular y buena respecti-

vamente y las plagas que se encontraron fueron *Ephestia sp.* y *Sitophilus sp.* en índices ligeros en los dos almacenes.

Las plagas encontradas son características de los productos que allí se almacenan y existen las condiciones propicias para su establecimiento como: las condiciones constructivas no aptas (incorrecta hermeticidad, filtraciones y pisos con grietas), inadecuada higiene y limpieza, violación en las normas de almacenaje. Todo lo anteriormente planteado provoca el cúmulo de residuos y un reservorio para organismos nocivos. El plagamiento es ligero en este caso, por ser almacenes de tránsito que apoyan las descargas de los buques procedentes del exterior, cuyo destino final es la canasta básica del pueblo, por lo que el producto es liberado rápidamente. No obstante, si no se toman las medidas a tiempo puede agravarse la situación.

Evaluación de la TD

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos con la aplicación de la TD en las estibas del almacén Carga Agrupada.

Efecto de la TD sobre las plagas/horas en muestras tomadas en las estibas después de la aplicación

Productos	Plagas	Mtra/kg	Insectos vivos	muertes x horas				
				12h	24h	48h	72h	% Efectividad
Arroz	<i>Ephestia sp.</i>	6	7					
H. Trigo	<i>Sitophilus granarius</i>	6	12	-	3	5	4	100

Se puede apreciar que a partir de las 24 h de aplicado el tratamiento de TD sobre las estibas comenzó el control de los insectos y a las 72 h se logró su aniquilamiento total, con una efectividad del 100 %. Estos resultados demuestran la eficiente acción insecticida de la TD cuando se efectúa su correcta aplicación, logrando la protección del producto a largo plazo, sin que se acumulen residuos químicos en aquellos que fueron tratados.

La plaga que más resistió fue el *Sitophilus granarius*. Una posible explicación está dada por las características morfológicas que presentan estos insectos: sus alas delanteras (primer par de alas) transformadas en rígidas armaduras, llamadas élitros, que protegen la parte posterior del tórax, incluido el segundo par de alas y el abdomen. El modo de acción de este insecticida (TD) es físico, absorbe la capa serosa externa del insecto, causando su deshidratación, por lo que se hace más difícil la penetración en ese organismo.

Estos resultados fueron conformes con los obtenidos por Pérez *et al.* (2019) en sus investigaciones con TD en productos almacenados, controlando el *Sitophilus zeamais* obteniendo más de un 97 % de efectividad. Coincide además con investigaciones realizadas por Guilarte (2020) en el almacén de la UEB-608, perteneciente a la Empresa Mayorista de Alimento, Santiago de Cuba.

Evaluación de los controles biológicos

En la tabla siguiente se puede apreciar que la incidencia de las plagas *Ephestia sp.* y *Sitophilus oryzae* estuvo regulada por los controles biológicos *Bracon hebetor*, *Trichogramma sp.* y *Anisopteromalus sp.*, encontrados de forma natural en el almacén. Al realizar un manejo de estos se mantienen los índices ligeros, evitando que sobrepase el umbral de daño económico.

Efecto de la acción reguladora de los controles biológicos

Productos	Biorreguladores	Índice biorregulador	Plagas	Estados controla	Índice de plaga
Arroz	<i>Bracon hebetor</i>	3 medio	<i>Ephestia sp.</i>	Larvas	Ligero
	<i>Trichogramma sp.</i>	2 medio		Huevos	Ligero
Harina de trigo	<i>Anisopteromalus sp.</i>	2 medio	<i>Sitophilus oryzae</i>	Larvas	Ligero

García *et al.* (2007) consideran que ciertos parasitoides y depredadores de plagas de granos almacenados son notables por su potencial como agentes de control biológico en los Estados Unidos, entre estos se encuentran las hembras de *Bracon hebetor*. En estudios realizados por Guzmán *et al.* (2013) sobre liberaciones de *Trichogramma pintoi Voegelé* en el almacén de Cienfuegos, se encontraron los parasitoides *Bracon sp.* dentro de los biorreguladores diagnosticados.

Otras investigaciones iniciadas por Quiala-Verdecia (2019) y continuadas por Quiala y González (2020), se evidenció que *Anisopteromalus sp.* se encontraba disperso en almacenes de 4 municipios del territorio santiaguero, asociado a 7 especies de plagas del orden coleóptero, estando presentes dentro de los organismos *Sitophilus oryzae* y *Tribolium castaneum*. El papel de los himenópteros (*Hymenoptera*) como enemigos naturales, numerosos especialistas afirman que son los agentes de control biológico más importantes, las especies de parasitoides más frecuentemente utilizadas pertenecen a las familias braconídeos (*Braconidae*), icneumonídeos (*Ichneumonidae*), *Trichogrammatidae*, pteromálicos (*Pteromalidae*) y betílidos (*Bethylidae*) (Pérez, 2004; Grieshop *et al.*, 2004), coincidiendo con los resultados del trabajo, donde estuvieron presentes cuatro familias de este orden.

Manual práctico para la implementación del MIP

Las investigaciones realizadas en los almacenes de tránsito del Puerto Guiller món Moncada permitieron la elaboración de un manual práctico. En este se expusieron de una manera comprensible los parámetros establecidos para la implementación del MIP en los almacenes, que va a quedar como procedimiento de trabajo de estas instalaciones.

Conclusiones

El diagnóstico integral de los almacenes de tránsito del Puerto Guiller món Moncada en Santiago de Cuba, permitió evaluar que en los productos arroz, chícharo y harina de trigo existía un plagamiento ligero. En el tratamiento con TD homogenizada se obtuvo un efecto de control a las 24 h frente a larvas de *Ephestia sp.* y fue más prolongado en el *Sitophilus sp.* Fueron identificados los *Hymenopteros Trichogramma pretiosum*, y *Braccon hebeator*, asociados al arroz contaminado por *Ephestia sp.* y *Anisopteromalus sp.*, en harina de trigo, manteniendo bajo control las larvas de *Sitophilus oryzae*. Se elaboró un manual práctico para la implementación del MIP en los almacenes.

USO DE *TRICHODERMA HARZIANUM* (CEPA A-34) CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO MAGNÉTICO EN EL CONTROL DEL MARCHITAMIENTO FÚNGICO DEL TOMATE EN CONDICIONES DE SEMILLERO

Dra. C. Siannah María Más Diego

siannah@uo.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0002-1464-3985>

Ing. Luis Inaudys Despaigne Blanco

esp-luchabiologica@sanveg.scu.cu

<https://orcid.org/0000-0001-7239-7439>

Ing. Héctor Elpidio Tejera Cisneros

htejera@uo.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0002-9209-1960>

Esp. Elizabeth Tamayo Rosales

esp-luchabiologica@sanveg.scu.cu

<https://orcid.org/0000-0001-8319-0484>

Existe una gran expectativa a nivel mundial por conocer los avances en control biológico (CB) de plagas y un gran interés por ampliar las ofertas tecnológicas que garantizan su manejo ecológico. Hay un convencimiento bastante generalizado sobre la necesidad de restaurar los ecosistemas tan interferidos por el uso continuo de insecticidas, cambiando esta modalidad por técnicas que permitan el incremento y la actividad de los recursos biológicos. Su objetivo es lograr que las explotaciones agrícolas sean sostenibles y competitivas (Vázquez *et al.*, 2022).

La necesidad de la producción industrial de microorganismos biocontroladores de plagas está asociada al empleo masivo de cualquiera de estos agentes lo que implica la reproducción de los mismos a escala industrial, lo cual determina la necesidad de desarrollar y emplear los procesos biotecnológicos correspondientes. En Cuba, los biocontroladores de plagas son producidos en los Centros reproductores de entomófagos y entomopatógenos (CREE), fundamentalmente en soporte sólido, en bandejas y tarinas plásticas transparentes y esterilizables. Los tiempos de fermentación son de 10 a 15 días y las productividades bajas. Estas producciones actualmente suelen costar 40.00 pesos por kg de producto (*Gaceta Oficial de la República de Cuba*, 2020).

En la UEB La República, que pertenece el Centro de Reproducción de Entomopatógenos (CRE) Santiago, se realizan producciones de granos y hortalizas como habichuela, tomate, col, acelga, remolacha y pepino, entre otros cultivos. Debido al período de incubación tan prolongado que se necesita en el crecimiento y esporulación de *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34), no se cuenta con toda la disponibilidad de este biocontrolador con la calidad requerida.

Experiencias previas en la aplicación del campo magnético, sugieren que es posible su uso para aumentar la eficiencia de procesos fermentativos de hongos, al disminuir los tiempos de fermentación y aumentar la calidad del producto final. Numerosos artículos han sido publicados acerca de una alternativa para el aumento de la eficiencia de estos sistemas. Es el caso del tratamiento electromagnético de cultivos celulares, debido a los efectos que los campos electromagnéticos ejercen sobre el material biológico (Cifra *et al.*, 2011; Ghodbane *et al.*, 2013; Bujanja *et al.*, 2019).

La baja especificidad de los productos químicos que se emplean en el control de plagas afecta a los hongos y bacterias, que viven en simbiosis con las plantas y que benefician su desarrollo; lo que representa un daño para la ecología de los sistemas en los que se aplican. Con el uso del bagazo de caña de azúcar como soporte de la fermentación en estado sólido, se prevé el uso de un residuo de la agroindustria azucarera, aspecto que también comprende una repercusión ambiental favorable del trabajo.

Revisión bibliográfica

Control biológico del marchitamiento fúngico del tomate en Cuba

En Cuba la obtención de medios de CB por métodos artesanales e industriales se ha convertido en una producción estable, que permite al país contar con productos propios en un campo tan importante como la protección fitosanitaria de los cultivos. Más de 20 instituciones científicas y un gran número de investigadores con más de 20 años de experiencia, vienen trabajando durante estos años para garantizar el desarrollo del CB (Vázquez *et al.*, 2017). Entre los resultados más importantes están:

- Desarrollo de tecnologías artesanales para la reproducción y aseguramiento de la calidad de las obtenciones de varios hongos entomopatógenos.
- Determinación de parámetros de fermentación en fase sólida a nivel de laboratorio para varios hongos entomopatógenos.

- Compatibilidad de los controles biológicos con agroquímicos y otros productos biológicos de uso agrícola.
- Definición de envases, diseño de etiquetas y elaboración de normas de almacenamiento.
- Elaboración de un reglamento para la validación, registro y uso de biopesticidas.
- Elaboración y edición de normas para el aseguramiento de la calidad de los productos que actualmente se obtienen en los CREE y plantas industriales.
- Registro de varias marcas cubanas para la producción y comercialización de productos de CB.
- Diseño de un sistema de costo para evaluar las producciones de los CREE y las plantas industriales, determinación de los costos unitarios de las líneas en producción por ambos métodos.

Los logros alcanzados en el CB están sustentados en la consolidación de una infraestructura de producción que abarca a más de 220 CREE, distribuidos en todo el país por las principales empresas agropecuarias estatales y privadas. Estas agrupan a un gran número de profesionales y técnicos de alta preparación y con más de 15 años de experiencia en la actividad. La construcción de cuatro plantas industriales para la producción de biopesticidas a base de *B. thuringiensis* y varios hongos entomopatógenos, que constituyen el soporte del Programa Nacional de Producción de Medios Biológicos del Ministerio de la Agricultura, rectorado por el Centro Nacional de Sanidad Vegetal de la República de Cuba (Rodríguez, 2018).

El marchitamiento fúngico (*damping-off*) del tomate es producido por especies de *Pythium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia solani* (teleomorfo: *Thanatephorus cucumeris*). Esta enfermedad está distribuida por todo el mundo y los síntomas son la pudrición de las semillas, además de que las plántulas pueden descomponerse antes de brotar (*damping-off* de pre-aparición), dando la apariencia de mala germinación. Después de germinadas (*damping-off* de post-aparición), las plántulas desarrollan lesiones en la base del tallo, el tejido se vuelve blando y estrecho y la planta se marchita y se cae y en consecuencia se reducen los rendimientos.

El *damping-off* de pre-aparición se caracteriza por lesiones que van de café claro a café rojizo en la plántula y por la muerte del pecíolo, generalmente causado por la infección con *Rhizoctonia solani*. Cuando se provoca por especies de *Pythium* y *Phytophthora*, aparecen síntomas como pu-

drición blanda y lesiones acuosas, que van de cafés a negras y se propagan rápidamente por toda la plántula.

El *damping-off* de post-aparición se caracteriza por lesiones acuosas de color oscuro que empiezan en la raíz y se propagan por el tallo hasta rebasar el nivel del suelo. Las lesiones continúan expandiéndose por encima del nivel del suelo, finalmente rodeando el tallo y causando el marchitamiento y la muerte de la planta. Las más viejas también se pueden infectar; sin embargo, conforme madura, se vuelve más tolerante a la infección, y las lesiones se encuentran normalmente solo en la zona cortical.

En los últimos 10 años en la UEB La República, existe una afectación recurrente y masiva de este patógeno, lo que provoca grandes pérdidas de cosechas de tomate. Estos hongos generalmente sobreviven por largos períodos en el suelo y pueden persistir en residuos vegetales, raíces y hierbas. La enfermedad tiende a ser más severa en condiciones de alta humedad, sobrepoblación, compactación, poca ventilación y climas fríos y nublados. Este puede ser más común en los semilleros, cuando se reutilizan bandejas que no están bien desinfectadas. Las salpicaduras de agua pueden mover el suelo de plantas infectadas a plantas sanas y así propagar la infestación (Pozo *et al.*, 2019). Se han probado agentes biológicos tales como *Trichoderma* para su control.

Estado actual de la producción de *Trichoderma spp*

La demanda por los productos agrícolas ha crecido considerablemente en estos últimos tiempos, esto se debe al aumento poblacional y a las exigencias del mercado de consumo. Como respuesta a este fenómeno se ha venido ampliando la implementación del consumo de bioplaguicidas para minimizar el uso de los germicidas y fertilizantes de origen químico, que tanto daño causan a la humanidad (Bautista *et al.*, 2018). Teniendo en cuenta las ventajas que conlleva el empleo de estos bioproductos, la legislación en algunos países como Estados Unidos, algunos miembros de la Unión Europea y otros de América Latina favorecen su utilización por encima de los productos químicos (Arthurs y Dara, 2019).

Existe gran acogida del CB en Cuba, puesto que actualmente es uno de los principales medios de lucha contra las plagas agrícolas. Las principales organizaciones involucradas en este sistema son el Instituto de Nacional de Sanidad Vegetal (INSAV), las universidades, el Ministerio de la Agricultura (MINAG) y el Ministerio del Azúcar (MINAZ) (Pérez, 2018a). Existe una red de CREE, ubicados en las empresas y cooperativas agrope-

cuarias y manejados por estas, para autoabastecerse e integrar directamente diversos agentes de CB al manejo de los cultivos.

Actualmente dichos programas se desarrollan en los territorios, con 31 CREE para el cultivo de la caña de azúcar y administrados por el sector agropecuario 175 CREE y cuatro plantas industriales. Las producciones que tributan a los cultivos agrícolas se emplean anualmente en 1,7 millones de hectáreas. En la producción agrícola del país, los plaguicidas químicos se emplean junto con CB, con programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en aproximadamente el 25-30 % de la superficie cultivada, principalmente en producciones intensivas; mientras que en el resto (70-75 %), los CB, plaguicidas botánicos (PB) y otros métodos se integran bajo el enfoque de Manejo Agroecológico de Plagas (MAP) (Vázquez *et al.*, 2017).

Trichoderma es uno de los antagonistas más utilizados a nivel mundial para el MIP en el control de enfermedades de las plantas causadas por hongos de suelo lo cual disminuye su potencial productivo. Debido a su capacidad de colonizar varios sustratos, velocidad de crecimiento y variedad de mecanismos de acción, en Cuba se aplican en los sistemas de cultivo abierto, protegidos y semiprottegidos y son los más empleados en el MIP en cultivos de importancia económica (Gato *et al.*, 2014; Más, 2018).

Los de naturaleza fúngica dominan alrededor del 90 % del mercado para biocontrol de hongos fitopatógenos representados en gran extensión por *Trichoderma spp.* (Más, 2018). En Cuba se realiza la producción de *Trichoderma* según tres metodologías establecidas por Márquez *et al.* (2010)

1. Tecnología de reproducción artesanal sobre sustrato sólido del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34).
2. Tecnología de reproducción bifásica del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34).
3. Tecnología de producción por fermentación líquida o sumergida del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34).

Sin embargo, en muchas de las formulaciones actuales de bioplaguicidas solo se utilizan las esporas. Otros compuestos generados por estos hongos como: metabolitos secundarios y enzimas, con gran potencial biocontrolador, son desperdiciados en los medios usados después de la fermentación, que podrían ser empleados para mejorar la efectividad y aumentar el tiempo de acción de estas formulaciones (Bautista *et al.*, 2018).

Proceso de producción

Para la selección del método de reproducción es importante tener en cuenta no solo la factibilidad tecnológica y económica, sino el mecanismo de acción. Esto se debe a que en el producto final deben estar presentes las estructuras infectivas y los metabolitos activos de forma estable y con su mayor potencial biológico.

Los aspectos a tener en cuenta son:

1. Selección de la cepa adecuada.
2. Selección de un medio de cultivo con un balance de nutrientes que permita obtener un desarrollo del hongo con el máximo potencial patogénico y con eficiencia económica.
3. La posibilidad tecnológica y económica de escalar el proceso a nivel de producción.
4. Formulación que permita períodos de almacenamiento prolongados, facilidad de aplicación y estabilidad en condiciones de campo.

La estabilidad en el medio ambiente puede ser incluso más importante que la patogenicidad de la cepa en condiciones de laboratorio, por lo cual se llegan a soluciones de compromiso (Vuelta *et al.*, 2020). En el CRE Santiago el proceso productivo se comienza desde la recepción de las cepas provenientes del LPSV. Estas se registran y se guardan en el refrigerador para efectuar la transmisión a los pre-inóculos. Se disuelven en 250 mL de agua destilada y estéril y se coloca en la zaranda orbital durante 10 min para separar las esporas del material que la retiene y se puedan inficionar.

Posteriormente, para los pre-inóculos, se prepara el sustrato que está conformado por bagazo de caña y cabecilla de arroz. Estos se envasan en tarinas, se esterilizan en autoclave a una temperatura de 120 °C, durante 40 min, luego se dejarán en reposo hasta que se enfríen. Después de inoculados se pondrán en el cuarto de incubación donde se les realizará chequeos diariamente durante el proceso de esporulación, para detectar cualquier anomalía o contaminación. Este período por lo general demora de 12 a 15 días.

Para la fase productiva se utilizará como materia prima para el sustrato el bagazo de caña y la cabecilla de arroz, los cuales se deben de esterilizar antes de la inoculación. Este proceso se realiza de la siguiente forma: se envasa el bagazo de caña en sacos que son comprobados para garantizar que tengan 5 kg, lo mismo se hace con la cabecilla de arroz, pero esta se envasa en un recipiente metálico (tamboras). A continuación se esterilizan

a una temperatura de 120 °C durante 60 min. Se utilizarán los pre-inóculos con una concentración superior a 10⁹ conidios/g, los cuales se disuelven en agua destilada y estéril para evitar cualquier tipo de contaminación. Durante el proceso se debe de garantizar la homogenización de todo el medio, después se envasará en bandejas plásticas que se tapan y se acomodan en el cuarto de incubación, a una temperatura de 25 °C, el período de esporulación por lo general dura 10 o 12 días (Más, 2018).

Estimulación del crecimiento celular mediante campos magnéticos estáticos

El campo magnético (radiación no ionizante) puede provocar efectos dañinos o beneficiosos sobre los sistemas biológicos de todos los seres vivos. El uso de dicha radiación como tratamiento tiene aplicación en la modalidad de campo magnético estático u oscilante, es decir, un campo que oscila según la frecuencia de la corriente eléctrica que lo induce (en Hz). Las frecuencias menores de 3 kHz se clasifican como extremadamente bajas (Bayraktar, 2013). En el caso de los estáticos, mantienen una inducción constante en el tiempo (frecuencia de 0 Hz) (Zhang *et al.*, 2017).

Los efectos de su tratamiento sobre los microorganismos se clasifican en no observables, inhibitorios o estimulantes, dependiendo de la densidad del campo magnético (B) expresada en teslas (T) o en gauss (G). De la misma manera, teniendo en cuenta la frecuencia de la corriente eléctrica que lo indujo, se establece si es oscilante y del tiempo de exposición. Para explicar dichos efectos se emplean varios mecanismos de forma individual o combinada. Estos tienen en común que actúan sobre las partículas cargadas y las moléculas de agua cuando se aplican en el medio de cultivo y especialmente a nivel de membrana celular cuando inciden directamente sobre los sistemas biológicos (Bubanja *et al.*, 2019).

En el caso de los efectos en los microorganismos, estos se relacionan no solo con su especie y su morfología, sino también con las características del medio de cultivo (líquido o sólido) en el que reciben este tratamiento (Bayraktar, 2013). Los campos magnéticos estáticos afectan la dirección de migración y alteran el crecimiento y la reproducción de los microorganismos, causan cambios en la síntesis de ADN, en la orientación de biomoléculas y biomembranas y alteran el flujo de iones a través de la membrana plasmática. Así pues, generan como resultado neto una modificación en la reproducción celular (Bertrand *et al.*, 2018).

La variación de la velocidad de crecimiento de las células bajo efectos del campo magnético estático está relacionada con el hecho de que los blancos iónico-proteínicos de este, están adheridos a los filamentos del ADN y en consecuencia, rotan en los procesos de transcripción o de replicación. Algunos de los resultados que corroboran lo planteado son: formación de eucromatina y desaparición de la heterocromatina nuclear, aumento de ribosomas, dilatación del retículo citoplasmático rugoso, aumento en número y densidad de mitocondrias, dilatación y desarrollo del aparato de Golgi (Zhang *et al.*, 2017).

Materiales y métodos

Microrganismo: se empleó *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34), proveniente del LPSV de Santiago de Cuba. Fue fortalecido mediante su enfrentamiento con *Fusarium* sp. para conservar su patogenicidad.

Se utilizó como medio de conservación Agar Papa Dextrosa (PDA, por sus siglas en inglés): Extracto de patata 4,0 g/L, Dextrosa 20,0 g/L, Agar-agar 15,0 g/L. Se ajustó el pH a $5,5 \pm 0,2$ con NaOH o HCl 1M y se esterilizó en autoclave durante 15 minutos a 1.2 atm y 121 °C. A este medio se le ajustó el pH a 5,4 y se esterilizó durante 20 min en una autoclave a 1.2 atm y 121 °C. Las cepas se incubaron a una temperatura entre 28 y 30 °C.

Tratamiento magnético: se empleó un imán de campo constante y no homogéneo modelo IP 1000-12 suministrado por el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (Tristá *et al.*, 1997). El mismo fue calibrado por el método de Resonancia Magnética Nuclear (RMN), caracterizado magnéticamente con el Gaussímetro Modelo 410-HCAT con Número de Serie 42302, provisto del Sensor Modelo MST- 410 con Número de Serie HA2580, el cual ha sido calibrado contra los patrones de Lake Shore Cryotronics Inc. con Certificado de Calibración No. 66073-2 con fecha de emisión 14 de febrero del 2000 y contra la referencia del Patrón Nacional de la Magnitud Inducción Magnética que se encuentra en el Centro Territorial de Metrología de Santiago de Cuba.

Procesamiento estadístico: los resultados obtenidos en los tratamientos 1 y 2, los datos experimentales para cada variable de respuesta, fueron sometidos a una comparación de medias, empleando el estadígrafo t-Student para muestras independientes para $p < 5 \%$, sin transformación matemática alguna. Se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Plus 5.1 para Windows.

Determinación del tiempo de residencia del agua dentro del acondicionador magnético: se determina el flujo de agua midiendo el tiempo que tarda en llenarse un recipiente con un volumen conocido:

$$Q = v \cdot Af$$

$$Q = v \cdot \frac{\pi d^2}{4}$$

Donde d: es el diámetro interno de la tubería (m)

La velocidad de flujo (m/s) será

$$v = Q \cdot \frac{4}{\pi d^2}$$

y el tiempo de residencia se calcula como

$$t = \frac{\text{Longitud del acondicionador magnético}}{v}$$

La longitud del acondicionador magnético es de 0,15 m.

Procedimiento para la producción de *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34)

Como sustrato para la fermentación en estado sólido, se utilizó bagazo de caña (80 % w/w) proveniente del central Paquito Rosales, zafra 2020-2021, enriquecido con cabecilla de arroz (20 % w/w). El tamaño de partícula fue de (-3,00 + 0,85) mm para el bagazo previamente esterilizado durante 60 min a 1.2 atm y 120 °C. Se ajustó la humedad del medio al 50 %. El proceso de fermentación en estado sólido del hongo puede ser de hasta 12 días. En la realización del trabajo se les aplicó tratamiento magnético a las cepas provenientes del LPSV de Santiago de Cuba, lo que se consideró tratamiento 1 y se aplicó tratamiento magnético al agua que se utilizó para la producción y se consideró tratamiento 2 (Fig. 11).



Fig. 11. Etapas en la producción y formulación de *Trichoderma harzianum* Rifai (A-34)

Tratamiento magnético 1. Para el trabajo con los pre-inóculos se montaron cinco réplicas de dos ceparios por cada una, la primera con tratamiento magnético y la otra como testigo (Fig. 12).



Fig. 12 Tratamiento magnético a la cepa de *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34)

Para la elección de la composición del medio de cultivo debe tenerse en cuenta si la forma de producción es sólida o líquida, definir entonces la disponibilidad de materias primas locales, su factibilidad económica y la relación carbono/nitrógeno que permita estabilizar las condiciones de pH y un mejor desarrollo del microorganismo. En los medios de cultivos se emplean frecuentemente sales inorgánicas que facilitan la conidiogénesis (Más, 2018).

Durante el proceso se utilizó como sustrato el bagazo de caña y la cabe-cilla de arroz a una proporción de 80 % y 20 % respectivamente. El volumen total de materia prima para cada cepario fue de 500 g de los cuales 400 g fueron de bagazo de caña y 100 g de cabecilla de arroz los que se envasaron en 25 tarrinas o magentas, a una proporción de 20 g de bagazo de caña y 5 g de cabecilla de arroz, se esterilizaron en autoclave a una temperatura de 120 °C a 1.2 atm, durante 40 min.

Las cepas utilizadas fueron suministradas por el LPSV lo que garantizó su calidad. En cada réplica de estas, se les dio el tratamiento magnético colocándolas en el acondicionador magnético por un período de 15 min. Para la inoculación se reguló la humedad al 50 % por lo cual se disolvieron las cepas en 250 ml de agua destilada y estéril y se aplicó a razón de 25 mL por tarina, se homogenizó y puso a incubar en el cuarto a una temperatura de 25 °C.

Tratamiento magnético 2. Se montaron cinco réplicas o lotes, los cuales se dividieron a la mitad. Una parte se inoculó con el agua tratada magnéticamente y la otra no, la que se tomó como testigo. Para darle este tratamiento se hizo circular el agua a través del acondicionador magnético (Fig. 13). La que se utilizó para la realización del trabajo estaba destilada y fue previamente esterilizada a una temperatura de 120 °C durante 15 min.



Fig. 13 Tratamiento magnético al agua para el cultivo de *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34)

Para cualquier producto de origen biológico se encuentran establecidas las normas y metodologías que regulan la calidad, no solo del producto final, sino desde las materias primas y durante todo el proceso productivo, esta es la garantía que tienen el productor y el agricultor. Es por eso que en todas las réplicas se utilizó la misma cantidad y proporción de la materia prima la cual fue bagazo de caña y cabecilla de arroz al 75 % y 25 % respectivamente. Todos los pre-inóculos utilizados tuvieron una concentración de esporas de 109 conidios/g, estos se disolvieron en 200 ml de agua destilada y estéril más Tween-80, al 0,01 % y se colocaron en una zaranda orbital durante 10 min para separar las esporas del material mucilaginoso que la retiene.

Se prepararon 10 kg bagazo de caña de y 3.3 kg de cabecilla de arroz los cuales se esterilizaron en autoclave a una temperatura de 120 °C, durante 40 min y se dejó reposar para su posterior inoculación. Durante la inoculación se reguló la humedad al 50 % y se trató de que quedara lo más homogéneo posible en todo el medio. Fueron envasadas en bandejas plásticas a razón de 0.5 kg, se acomodaron en el cuarto de incubación a una temperatura de 25 °C. En el período de incubación se les realizó el chequeo de forma diaria, evidenciándose que al cuarto día en todas las partes tratadas el nivel de emisión de micelios era superior, a los seis días se les realizó el conteo de esporas en la cámara de Neubauer.

Determinación de la concentración de conidios: Se realizó mediante la observación al microscopio óptico (N 800-M, China) en cámara de Neubauer con lente de 100 X, según el procedimiento para el control de calidad en *Trichoderma* (Daryaei *et al.*, 2016).

Se calculó la concentración de conidios mediante la siguiente fórmula:

Factor de corrección x número total de células x diluciones

Número de cuadrantes

Determinación del pH y humedad del cultivo: El pH se midió en forma directa con pH-metro (Modelo PHSJ-4A) al extracto obtenido, para tener una referencia del comportamiento de este parámetro durante el proceso. La humedad se determinó por la ecuación siguiente:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(M_H - M_S)}{M_H} \cdot 100$$

Donde M_H es el peso de la muestra húmeda (g de biomasa húmeda) y M_S es el peso de la muestra seca (g de biomasa seca).

Aplicación en el área experimental de *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34)

Se usaron tres parcelas de 2 m² cada una. Se empleó una como testigo sin aplicación del producto, otra con la aplicación de *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) sin tratamiento magnético y la otra con *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) tratado magnéticamente. Se destinó el producto a cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*) con dosis de 8 kg/ha⁻¹ después de dos días de germinadas las posturas.

Discusión de los resultados experimentales

Resultados de la aplicación el campo magnético a *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) en el pre-inóculo. Tratamiento 1

Durante el período de incubación se les realizó el chequeo visual diario, donde se dio a conocer que en el tratamiento magnético, la emisión de micelios fue mucho más rápida que en el testigo. Esto se demostró al calcular la concentración de esporas mediante el conteo en la cámara de Neubauer, el cual se realizó al sexto día después de la inoculación.

Concentración de conidios de *Trichoderma harzianum* Rifai (A-34) al sexto día de inoculación para el experimento con tratamiento magnético y el testigo

Réplicas	Tratamiento magnético (conidios/g)	Testigo (conidios/g)
1	1.4 x 10 ⁹	1.0 x 10 ⁹
2	2.2 x 10 ⁹	4.5 x 10 ⁸
3	2.3 x 10 ⁹	3.2 x 10 ⁸
4	1.1 x 10 ⁹	1.0 x 10 ⁹
5	2.2 x 10 ⁹	4.3 x 10 ⁸
Promedio	1.8 x 10 ⁹	6.4 x 10 ⁸

Al realizar la comparación de medias, se demostró que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95,0 %. Al ser tratada bajo un campo magnético de 80 mT de intensidad, la cepa mantiene un crecimiento acelerado con respecto al testigo. Comparando estos resultados con los trabajos reportados en la bibliografía, se observa una coincidencia en encontrar efectos estimulantes del crecimiento celular en el rango entre los 50 y 100 mT (Más *et al.*, 2018) encontraron un incremento en un 10,6 % de la biomasa de *Trichoderma harzianum* tratada con un campo magnético de 80 mT.

En la figura 14 se observan los cultivos de los pre-inóculos al cuarto día después de la operación. El crecimiento miceliar en las réplicas tratadas magnéticamente fue mayor que en el testigo. El efecto de los campos magnéticos moderados a menudo se relaciona con cambios en la mem-

brana celular o en la conformación celular, que se reflejan en el aumento del número de células y la viabilidad (Zhang *et al.*, 2017). Esta hipótesis es la que se adopta como más adecuada para la explicación de los efectos observados en los pre-inóculos que se trataron magnéticamente.



Fig. 14 Cultivos de *Trichoderma harzianum* Rifai (A-34) al cuarto día de inoculación: a) testigo, b) tratamiento magnético

Los cambios en el crecimiento proporcionan parámetros útiles para detectar modificaciones en la maquinaria celular y estimar la influencia de un agente extrínseco sobre el sistema intracelular (Albuquerque *et al.*, 2016). Se reporta que los campos magnéticos estáticos pueden influir positivamente en la glicólisis, biosíntesis de lípidos, producción de lactato y otras macromoléculas (Bubanja *et al.*, 2019).

Lo anteriormente expuesto demuestra que en los pre-inóculos donde se aplicó el tratamiento magnético, el crecimiento fue mucho más rápido y se alcanzó una concentración de esporas por encima de 10^9 , solo en seis días después de la inoculación. Esto posibilitó que se realizara el pase para la producción en menor período de tiempo.

Determinación del flujo de agua

Se realizaron los cálculos según el procedimiento descrito anteriormente con los datos de la tabla siguiente.

Tabla 5.2 Determinación del tiempo de residencia del agua en el dispositivo de tratamiento magnético

Medición	Tiempo	t (s)	Q (m ³ /s)	Af (m ²)	Veloc (m/s)	Tiempo res (s)
1	1:46:95	106.95	9.350×10^{-6}	1.963×10^{-5}	4.762×10^{-1}	0.315
2	1:33:47	93.47	1.070×10^{-5}	1.963×10^{-5}	5.449×10^{-1}	0.275
3	1:42:49	102.49	9.757×10^{-6}	1.963×10^{-5}	4.969×10^{-1}	0.302
4	1:36:52	96.52	1.036×10^{-5}	1.963×10^{-5}	5.277×10^{-1}	0.284
5	1:51:02	111.02	9.007×10^{-6}	1.963×10^{-5}	4.587×10^{-1}	0.327
6	1:49:21	109.21	9.157×10^{-6}	1.963×10^{-5}	4.663×10^{-1}	0.322
7	1:31:93	91.93	1.088×10^{-5}	1.963×10^{-5}	5.540×10^{-1}	0.271

El flujo de agua promedio fue de 9.887×10^{-6} m³/s y la velocidad de flujo del agua promedio fue de 0.504 m/s. Esto permitió que el tiempo de residencia promedio fuera de 0.299 segundos.

Resultados de la aplicación el campo magnético a *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) en la producción. Tratamiento 2

Los resultados obtenidos se expresan en la tabla siguiente:

Concentración de conidios de *Trichoderma harzianum* Rifai (A-34) al sexto día de inoculación para el experimento con tratamiento magnético y el testigo para condiciones de producción. Tratamiento 2

Réplicas	Tratamiento magnético (conidios/g)	Testigo (conidios/g)
1	1.0×10^9	4.2×10^8
2	8.2×10^8	3.6×10^8
3	1.3×10^9	2.2×10^8
4	1.0×10^9	4.0×10^8
5	1.1×10^9	3.2×10^8
Promedio	1.0×10^9	3.4×10^8

Se realizó la comparación de medias y se obtuvo que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0 %. Los resultados alcanzaron en el presente estudio son superiores a los obtenidos por Agamez *et al.* (2009) que obtuvieron valores de concentración de conidios en el orden de 10^9 conidios/g de sustrato en la fermentación en estado sólido de *Trichoderma sp.* sobre sustratos a base de cabecilla de arroz y de semilla de algodón enriquecidos con melaza y urea. En el presente trabajo se emplea un sustrato que, a diferencia del arroz, no tiene uso como suplemento alimenticio y esto es un valor añadido.

En la figura 15 se observan los cultivos al cuarto día después de la inoculación. El crecimiento miceliar en las réplicas donde el agua fue tratada magnéticamente fue mayor que en el testigo. En los pre-inóculos donde se aplicó el tratamiento magnético se alcanzó una concentración de esporas por encima de 10^9 solo en seis días. Estos resultados fueron corroborados por las determinaciones realizadas en el LPSV de las muestras de todas las réplicas, lo que posibilitó que se realizara el pase para la producción en menor período de tiempo.



Fig. 15 Cultivos de *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) al cuarto día de inoculación. Tratamiento magnético y testigo

Para finalizar, se demostró que en todas las réplicas asistidas magnéticamente durante el proceso productivo, el desarrollo micelial y la producción de biomasa fueron más rápidos a los seis días después de la inoculación; la concentración de esporas estaba por encima de 10^9 en la mayoría. Estos resultados se corroboraron en el LPSV para todas las réplicas. Al mismo tiempo, los experimentos testigo alcanzaron la titulación por encima de 10^9 conidios/g a los 11 días después del tratamiento.

Resultados de la aplicación en el campo

En la figura 16 se observan los resultados en las posturas de tomate testigo, a las que no se les aplicó *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34).



Fig. 16 Cultivos de tomate testigo con afectaciones de *damping-off*

En los cultivos a los que no se les aplicó *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) se observa la afectación que fue confirmada por el LPSV como marchitamiento fúngico. Esto corrobora la presencia de la enfermedad en el área de semillero. En la figura 17 se comparan las imágenes de los cultivos

de tomate con *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) sin tratamiento magnético y tratado magnéticamente.



Fig. 17 Cultivos de tomate con aplicación de *Trichoderma harzianum* (cepa A-34), a) sin tratamiento magnético, b) con tratamiento magnético

En la figura 17 se observa que las posturas de tomate que recibieron *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) sin tratamiento magnético no tienen síntomas de la enfermedad, lo que confirma la utilidad de *Trichoderma* en el control de estos patógenos. Las posturas que recibieron *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) con tratamiento magnético tampoco presentaron síntomas de la enfermedad, lo que evidencia que este no afectó la capacidad controladora de *Trichoderma*. Se destaca que estos cultivos tuvieron más vigor y densidad de población que los que recibieron *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) sin tratamiento magnético.

Al aplicar el campo magnético al inóculo se disminuyen los tiempos de fermentación y aumenta el rendimiento, por lo que se disminuye el costo de producción y aumenta la eficiencia de este proceso. Al emplear bagazo de caña de azúcar, se valoriza un residuo agroindustrial, lo que también representa un impacto económico. Con el aumento de la disponibilidad de un biocontrolador de plagas a partir de *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) con campo magnético, se contribuye a la sustitución de los plaguicidas químicos que tradicionalmente se han utilizado para el control de las enfermedades causadas por hongos fitopatógenos. Con la disminución de las enfermedades que afectan a las plantas, se incide en el aumento de la disponibilidad de hortalizas y vegetales para su consumo por la población, así como en la disminución de afectaciones humanas por el uso de agroquímicos.

Conclusiones

El empleo de un campo magnético mejoró las condiciones de producción de *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) en los pre-inóculos con incrementos de la producción de conidios desde 6.4×10^8 conidios/g hasta 1.84×10^9 conidios/g, y en la etapa de producción desde 3.44×10^8 conidios/g hasta 1.044×10^9 conidios/g. *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34). Así mismo controló el marchitamiento fúngico en las posturas de tomate en condiciones de semillero y las posturas de tomate que fueron tratadas *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) con magnetismo tuvieron más vigor y densidad de población que las que recibieron *Trichoderma harzianum* (Cepa A-34) sin este tipo de procedimiento.

BIORREGULADORES DE PLAGAS EN NAVE # 2 DEL ALMACÉN 640 DE LA ECONOMÍA INTERNA DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS

Norky Verdecia Rosabal

norkyv18@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5053-6159>

MSc. Rosa de los Ángeles Quiala Pérez

lia.rd@nauta.cu

<https://orcid.org/0000-0002-0251-8044>

MSc. Dalgis Guerrero Barriel

lia.rd@nauta.cu

<https://orcid.org/0000-0001-8178-0907>

Dentro de las principales plagas de los granos almacenados y sus sub-productos se encuentran los insectos, hongos y roedores. Los primeros se encuentran entre los más importantes debido a su complejidad, ya que su tamaño, capacidad de reproducción y gran facilidad de adaptación y supervivencia a los diferentes medios, determinan que los procedimientos para su control no siempre tengan el éxito deseado (García *et al.*, 2007a). Uno de los métodos que más se ha utilizado para combatir los insectos fitófagos es el control químico, sin embargo por esta vía no ha sido posible contrarrestar las infestaciones. Por el contrario, la agricultura ha sufrido insecto-resistencia y contaminación del ambiente, poniendo en riesgo la inocuidad del alimento y la salud del consumidor. Pueden generar también rechazos por excesos de residuos, comprometiendo la salud y la seguridad de quienes los manipulan y efectos negativos a la entomofauna benéfica.

Ante esta situación se impone la necesidad de incrementar los estudios para generar estrategias de lucha que reduzcan las poblaciones de insectos plagas. En tal sentido, se han puesto en práctica los programas de manejo integrado de plagas (MIP) o de manejo agroecológico de plagas (MAP), donde los agentes biológicos tienen una importancia especial, constituyendo una alternativa segura, económica y eficaz para su control (Stenberg, 2017).

Existen una serie de métodos de control que muestran buenas expectativas para el manejo de plagas en granos almacenados. No obstante, debe quedar muy claro que ninguna de estas medidas es capaz, por sí sola, de dar

soluciones a todos los problemas, por lo que no se debe pensar en ellas como medios aislados de control, sino como complementarios.

Expertos estiman que entre un 5 % y un 10 % de la producción de alimentos se pierde por causa de los insectos. En ciertos países esas cifras se expanden hasta el 50 %. (Casini y Santajuliana, 2008). Estos autores afirman que las pérdidas dependen del tipo de insecto, de la cantidad de los mismos y fundamentalmente de la calidad de los granos al entrar al depósito.

En Cuba la incidencia de este tipo de insectos y roedores han causado perjuicios anuales de alrededor de 22 000 t de productos alimenticios almacenados. El 30 % de estos son causados por el desconocimiento de técnicas de almacenamiento así como de la biología y etología de los organismos que atacan a esos granos. (CNSV, 2006). En el 2004, cuando las condiciones climáticas estuvieron satisfactorias a nivel nacional para el desarrollo de diferentes tipos de plagas, las pérdidas de productos fueron cuantiosas, sobre todo de los alimentos básicos de la población. Se reportaron con infestación intensa el 40% del chícharo almacenado y el 38 % del frijol. En el arroz las afectaciones fueron también significativas. (Pérez *et al.*, 2011).

Desde hace varios años en el municipio San Luis (provincia Santiago de Cuba) se reportan afectaciones en los productos acumulados en los almacenes de la Economía Interna por diferentes especies de insectos. En ocasiones se han inhabilitado para el consumo humano y aunque no se cuenta con datos históricos que reflejen la cuantía de estas pérdidas, sí se sabe que cada año son desviadas para el consumo animal gran cantidad de toneladas de estos productos. El chícharo (*Pisum sativum L.*) y la harina de trigo (*Triticum aestivum*) son los alimentos más infestados, ya que la mayoría están en la depósito del Instituto Nacional de Reservas Estatal (INRE).

A partir del estudio realizado, se encontró el incumplimiento de los Procedimientos Normativos Operativos (PNO) en los almacenes, dentro de las causas que originaron los plagamientos. En muchos casos se hace un uso incorrecto y excesivo de los insecticidas químicos, sin complementarlos con otras herramientas de control como los medios biológicos. Esto ocurre por desconocimiento de su empleo dentro de las estrategias preventivas del MIP.

Pérez *et al.* (2011) plantearon ampliar el uso de medios biológicos para el control de coleópteros, ácaros y otras plagas. Proponen buscar las vías que permitan incrementar la conservación de enemigos naturales. Además señalan que se debe poner énfasis en esta estrategia, que hasta ahora ha recibido menos atención. Aunque quizás exista cierto rechazo a su imple-

mentación en almacenes e instalaciones de alimentos para el hombre, las experiencias han demostrado que son factibles, ya que no afectan a los productos, ni a las personas, ni al medio ambiente.

Entre los organismos benéficos más eficientes en el control de plagas, se encuentran los himenópteros (Orden: Hymenoptera). Este orden tiene gran importancia para el hombre tanto del punto de vista biológico como económico, bien sea como polinizador, agente de control biológico o incluso como plagas (Sánchez, 2018).

Para aumentar la eficiencia de su control primero es necesario identificarlos (ya que no todas las especies son dañinas y entre estas, algunas lo son más que otras), para luego estudiar las condiciones que favorecen su proliferación y finalmente, recomendar la tecnología más apropiada. El nivel de utilización de los biorreguladores por los productores no es suficiente para lograr un adecuado manejo de sus potencialidades, por lo que fue necesario realizar un estudio a fin de conocer cuáles son las especies de enemigos naturales, las más abundantes y promisorias presentes en la nave # 2 del almacén 640 de la economía interna del municipio de San Luis, de manera que los técnicos y obreros las puedan utilizar de forma conveniente, como las principales aliadas en estas áreas.

Revisión bibliográfica

Según Pérez y Vázquez (2003), la preocupación por la aparición de nuevos organismos plaga, la ineficiencia en el control de algunas de las ya conocidas y la disminución de las poblaciones de los enemigos naturales, contribuyó a que a mediados de los setenta se creara por el Ministerio de la Agricultura (MINAG) el Sistema Estatal. Así surgieron las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP), que dotadas de metodologías de señalización, así como de procedimientos legales y una fuerte capacitación, permitieron que al año de existencia se lograra reducir prácticamente a la mitad el consumo nacional de plaguicidas.

Dentro de los procedimientos legales que deben hacer cumplir las ETPP relacionados con el estudio realizado y establecidos en la función 5 de la Sanidad Vegetal, se encuentran:

- Controlar la aplicación del MIP postcosecha y demás acciones de vigilancia en los recintos aeroportuarios, fábricas, almacenes, silos, centros de carga y descarga y demás lugares de interés, en función de los procedimientos, normas y documentos legales es-

tablecidos, así como exigir por la calificación y certificación del grupo de control de plagas.

- Cumplir y hacer cumplir las medidas relacionadas con la seguridad, salud y las dirigidas a preservar la bioseguridad y el medio ambiente.

El trabajo está relacionado con los lineamientos 157 y 158 de la política del Partido Comunista de Cuba, aprobado en abril del 2016 (*Actualización de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021*) que plantean:

157. Priorizar la conservación, protección y mejoramiento de los recursos naturales, entre ellos, el suelo, el agua y los recursos zoo y fitogenéticos. Recuperar la producción de semillas de calidad, la genética animal y vegetal; así como el empleo de productos biológicos nacionales.

158. Sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente, evaluar impactos económicos y sociales de eventos extremos, y adecuar la política ambiental a las proyecciones del entorno económico y social. Ejecutar programas para la conservación, rehabilitación y uso racional de recursos naturales. Fomentar los procesos de educación ambiental, considerando todos los actores de la sociedad.

Plagas de productos almacenados

Las plagas representan una gran amenaza a la inocuidad y aptitud del alimento. Se pueden reducir al mínimo las probabilidades de infestación mediante un buen saneamiento, la inspección de los materiales introducidos y una buena vigilancia, limitando así la necesidad del uso de productos químicos (Phillips y Throne, 2010).

Almacenar granos y otros rubros derivados de la producción agraria, sean importados o de producción nacional, constituye una actividad muy especializada, que requiere tecnologías apropiadas y personal calificado. Esto ocurre debido a los disímiles aspectos que se deben considerar para garantizar que dichos productos se conserven con la calidad que se exige para su uso industrial o consumo directo. Entre ellos los relacionados con la prevención y control de organismos que se manifiestan como dañinos o perjudiciales, es decir, que puedan constituir plagas de almacén o contami-

narlos, inhabilitándolos para el consumo humano o animal (Duarte, 2006; Pérez *et al.*, 2011).

El almacenamiento consiste en depositar la producción del grano en estructuras donde se acumulan grandes cantidades de alimentos en un espacio reducido bajo condiciones de temperatura y humedad adecuadas. Estas son también similares a los hábitats naturales de ciertas especies de artrópodos, por lo que resultan favorables para su desarrollo (Quiala, 2019).

Pérez *et al.* (2019) refieren que, entre los principales enemigos de los granos, cereales y de otros productos almacenados se encuentran insectos, roedores, aves domésticas y silvestres, ácaros, microorganismos, siendo los insectos los que causan mayores pérdidas económicas. Las infestaciones por estos últimos pueden producirse en el campo, antes de la recolección o en los lugares de almacenamiento de los productos. En ciertos casos, son difíciles de descubrir a simple vista, pues los daños son obras de larvas que se desarrollan en el interior de los mismos. Pérez *et al.* (2011) al mismo tiempo que Quiala (2019) plantean que los principales insectos que pueden afectar los productos almacenados pertenecen a los órdenes siguientes:

- Coleópteros (daños causados por las larvas y por los insectos adultos).
- Lepidópteros (daños causados solo por las larvas).

Los insectos son responsables de pérdidas a veces significativas. Además, su actividad biológica (deyecciones, respiración, etc.) compromete la calidad y el valor comercial de los productos almacenados y favorece el desarrollo de microorganismos. Estos pueden vivir y reproducirse a temperaturas comprendidas entre +15°C y + 35 °C. En cambio, una humedad débil dificulta o incluso detiene su desarrollo, de igual forma los medios pobres en oxígeno provocan rápidamente su muerte.

Como se ha expresado, causan una proporción significativa de las mermas que ocurren durante la pos-cosecha y pertenecen principalmente al orden Coleóptera (escarabajos), Lepidóptera (polillas) y Psocóptera (psocidos). Se categorizan como plagas primarias y secundarias de acuerdo al nivel de daño que producen (Stejskal *et al.*, 2014). Otras especies tienen preferencias por productos molidos como la harina, o por los alimentos procesados y manufacturados como los cereales de desayuno, chocolates y los alimentos de mascotas (Stejskal *et al.*, 2014).

Aunque la legislación de la Unión Europea (UE) tiene tolerancia cero respecto a la presencia de artrópodos o restos de los mismos en los alimentos procesados, no constan programas de vigilancia ni de evaluación sistemática del riesgo que representa para la seguridad alimentaria su ma-

nifestación en almacenes (Stejskal *et al.*, 2014). Este nivel de tolerancia cero soporta que no existan niveles de acción o umbrales respecto a la presencia de estos organismos en las materias primas que se utilizan para la elaboración de alimentos (Stejskal *et al.*, 2014). Otros países industrializados como Canadá y Australia, también tienen tolerancia cero respecto a la presencia de insectos vivos en granos almacenados.

Insectos plagas que más inciden en la nave # 2 del almacén 640 del municipio San Luis

Sitophilus oryza

Orden: Coleóptera.

Familia: *Curculionidae*.

Nombre científico: *Sitophilus oryzae* (L).

Nombre común: gorgojo del arroz.

El gorgojo del arroz *Sitophilus oryzae* L, es un artrópodo que ha cobrado relevancia debido a su posibilidad de volar, lo que le permite mantener las fuentes de reinfestación en los lugares de almacenamiento; además de presentar gran capacidad destructiva. Es originario de la India, pero se ha difundido en varias áreas, en la actualidad afecta al mundo entero. Prefiere especialmente las zonas cálidas húmedas, tropicales y subtropicales, donde se reproduce continuamente, desarrollándose a temperaturas entre los 17 °C y 34 °C. Aunque es frecuente encontrarlo en países más fríos como Lituania, Rusia, Ucrania (Pérez *et al.*, 2018).

Descripción: de apariencia muy similar al gorgojo del trigo *Sitophilus granarius*. La cabeza está proyectada en forma de trompa, antenas acodadas en forma de maza. El protórax está densamente cubierto de depresiones circulares. Tiene alas y vuela con gran facilidad. El adulto mide de 2,5 a 3,5 mm y el color varía de café a negro. Los élitros presentan cuatro manchas de color amarillento.

Alimento: ataca principalmente los cereales, tanto en el campo como en la bodega. El adulto y las larvas se alimentan vorazmente de los granos como trigo, maíz, arroz, sorgo, cebada, avena, centeno. En Chile se le ha encontrado atacando otros productos de origen cerealícola de consistencia dura, tales como fideos y galletas. Ocasionalmente se ha encontrado en productos molidos, aunque difícilmente se multiplica en este medio y otros subproductos almacenados (Pérez *et al.*, 2010).

Biología: las hembras horadan el grano y depositan en cada diminuta perforación un huevecillo que posteriormente es cubierto con una secreción, por lo que su presencia pasa inadvertida. Cada hembra, deposita de 300 a 400 huevos que tardan entre 4 y 6 semanas en transformarse en adultos. La larva carente de patas, se alimenta, se transforma en pupa y finalmente en adulto dentro del grano; ya este vive de 4 a 5 meses. La hembra alcanza su máxima actividad de ovoposición después de 3 semanas de haber emergido.

Importancia: se le considera plaga primaria, pues el adulto es capaz de dañar granos sanos y las larvas se alimentan en su interior. Al emerger el adulto deja típicos orificios.

***Tribolium castaneum* Hbst**

Orden: Coleóptera.

Familia: *Tenebroidae*.

Nombre común: Tribolio de la harina.

Nombre científico: *Tribolium castaneum* Hbst.

Adulto delgado de 3 a 4 mm de largo, de un tono rojizo hasta marrón negruzco, los segmentos de las antenas se ensanchan bruscamente. Las larvas son delgadas, móviles y blancuzcas hasta amarillo marrón y llegan a medir 5 a 6 mm.

Ciclo biológico: los huevos son depositados aisladamente en la mercancía almacenada, se reconocen difícilmente. La hembra pone un promedio de 350 a 400 huevos, durante más de un año. Según la temperatura el desarrollo total es de 7 semanas a 3 meses. La larva se transforma en pupa desnuda en los alimentos infestados. Sensible al frío, la humedad ambiente elevada le es favorable. El adulto vuela rara vez y puede vivir más de 3 años.

Distribución: Cosmopolita, en climas fríos solo en recintos con calefacción.

Daños: Los adultos y larvas se alimentan de las más variadas sustancias vegetales secas.

Es una de las plagas de productos almacenados que afecta a diferentes derivados de cereales, maní, cacao, leguminosas, frutos secos, residuos de la extracción de aceite entre otros. La harina muy infestada tiene olor fuerte y se torna marrón, disminuyendo la capacidad de hornear. (Pérez *et al.*, 2010).

***Corcyra cephalonica* Stainton**

Orden: Lepidóptera.

Familia: *Pyralidae*.

Nombre común: La palomilla del arroz.

Nombre científico: *Corcyra cephalonica* Stainton.

Descripción: especie propia de los granos, es frecuente encontrarla en almacenes de arroz, harina de trigo y maíz especialmente. Los adultos de esta mariposa miden de 7 a 13 mm con las alas extendidas. Las anteriores son de color canela claro, sin manchas visibles, aunque las venas se notan ligeramente oscurecidas, y las posteriores son anchas, terminan en una punta roma, transparentes, con la venación muy visible y rodeadas de una banda de pequeños pelos. Los sexos pueden ser diferenciados por la estructura de las piezas bucales. Abreu *et al.* (2010) comentan que el parasitoide de huevos *Trichogramma* es empleado contra más de 28 especies de fitófagos. El objetivo de la multiplicación artificial de este insecto en los Centros Reproductores de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) es el de obtener un gran número de ejemplares para liberarlos en los cultivos donde sea necesario, por no existir naturalmente o por hallarse en cantidad insuficiente para lograr el control biológico de las plagas. En la cría masiva de la avispa se emplean huevos de lepidópteros, siendo preferibles las especies que se crían en granos almacenados.

Pérez *et al.* (2010), explican que la hembra de *Corcyra cephalonica*, coloca entre 100 a 200 huevos en forma indiscriminada, preferentemente sobre las superficies rugosas de los granos y productos almacenados, muros, pisos y envases. La larva es de color blanco, puede tener un tinte gris azulado sucio o verde por lo que se asemeja a *Plodia interpunctella* Hübner. Durante su crecimiento pasa por 6 o más instares, y mide aproximadamente 15 mm cuando está completamente desarrollada.

Su presencia se detecta por la existencia de grumos formados por la tela que teje, a la cual adhiere granos y deyecciones y que constituye el capullo en donde se transforma en pupa. Los capullos son blancos, muy resistentes y pueden encontrarse entre los granos o pegados a la superficie de los sacos. Expresa De la Torre (1993) que la duración del ciclo evolutivo de *C. cephalonica* con distintos alimentos a 30 °C es de 51 a 61 o más días para arroz pulido; de 52 a 82 o más días para harina de trigo; de 33 a 48 para sémola de trigo y de 30 a 47 días para harina de maíz.

Como en otros lepidópteros, la larva es la causante del daño. Se considera plaga primaria para el arroz pulido o pilado y secundaria para otros productos. La larva incrementa su multiplicación si el porcentaje de granos quebrados es alto o están dañados por otros insectos (FAO, 2013).

Procedimientos que deben establecerse para el control de plagas (PNO)

1. Procedimientos de las condiciones constructivas de la instalación y para prevenir (excluir) plagas de todo tipo.
2. Procedimientos de higiene y limpieza de la instalación (interior y exterior).
3. Procedimientos de inspección y muestreo (interior y exterior).
 - Al arribo de los productos.
 - Durante el almacenamiento.
 - Al comercializar.
4. Procedimientos para el monitoreo de plagas.
 - Insectos plagas.
 - Roedores.
5. Procedimientos para el monitoreo de las condiciones que propician los plagamientos (temperatura y humedad).
 - En los productos.
 - En el ambiente.
6. Adecuada rotación de los productos.
7. Planes ante contingencias de diversas causas.

El plan de mantenimiento e higiene y el de plagas y roedores debe ser integral e incluir todas las estrategias para lograr un adecuado manejo. Se entiende por integral a la implementación del conjunto de operaciones físicas, químicas y de gestión para minimizar la presencia de plagas (Bernadette *et al.*, 2013):

- Modificaciones constructivas.
- Prácticas de exclusión.
- Buenas prácticas sanitarias y de higiene.
- Mantenimientos.
- Inspecciones periódicas y supervisión.
- Registro e identificación de plagas.
- Monitoreo de temperatura y humedad del producto almacenado y del ambiente.
- Métodos de control.

Cuba, como parte integrante y activa del mundo, trabaja por ganar un espacio privilegiado en el mercado internacional. Para esto necesita estar a la altura de los requisitos de calidad que la regulan, por lo que el sistema empresarial cubano debe encontrar nuevas formas y métodos que posibiliten la implantación en las empresas de las Normas ISO, entre muchas otras que eleven la calidad de la producción y los servicios. Con este interés, se tiene en cuenta lo anterior como antecedente y conociendo que el almacenaje de granos es una estrategia para seguridad alimentaria del país, encaminado a conservar la integridad del grano almacenado, al aplicar una norma cubana al MIP.

Manejo Integrado de Plagas

El MIP se introdujo en Indonesia a finales del año 1980, ya hoy se utiliza en todo el mundo. Es un sistema que, evaluando la dinámica poblacional de los organismos-plagas y su relación con el ambiente asociado, utiliza todas las técnicas disponibles para mantener en niveles inferiores a aquellos que perjudiquen la salud, el bienestar y la economía (FAO, 2013).

En Cuba el MIP fue establecido en una fecha temprana (1982), como política oficial del estado cubano, pues se comenzaron a integrar medidas de control cultural, químico y biológico, en las que el uso de depredadores, parasitoides, patógenos y antagonistas constituyeron y aún lo hacen, el elemento más notable (Pérez *et al.*, 2011).

El MIP es más que una alternativa para combatir las plagas en almacenes, silos, instalaciones de la industria molinera y transportación de alimentos. Su aplicación puede ser extendida a todos los productos almacenados, además de contribuir al control efectivo de plagas y evitar las pérdidas asociadas a las mismas. Este influye positivamente sobre la salud del hombre, los animales, el medio ambiente, además de aportar una mayor eficiencia económica por disminución de insumos de plaguicidas; B particularmente para mantener la sostenibilidad, después de la supresión de uso del bromuro de metilo (Pérez *et al.*, 2010).

La principal alternativa al uso de bromuro de metilo registrada en países desarrollo es la fosfamina sólida, seguida de fluoruro de sulfurilo en usos más limitados y se extiende al uso de fosfamina en gas. Además, están registrados varios tratamientos de insecticidas residuales y aerosoles, el procedimiento con radiaciones está limitado a algunos casos.

El objetivo del sistema es ser capaz en cualquier momento, de proponer soluciones eficaces, económicas y ambientalmente seguras a problemas de plagas, dentro de los límites de tolerancia fijados por autoridades compe-

tentes. Este proceso es controlado y supervisado por un plan detallado de las actividades que se llevaran a cabo, prescripto a través de los PNO.

La prevención es el corazón del Programa de Control Integrado de Plagas. Esto se debe a la percepción de que, en la medida en que los agentes infecciosos no aparezcan, tampoco aparecerán sus efectos indeseables (daños directos sobre el grano, rechazos por insectos vivos, aumento de costos por necesidad de aplicar insecticidas, rechazos por residuos de insecticidas, eventuales intoxicaciones y derrames de insecticidas (Bernadette *et al.*, 2013).

Los puntos claves para la implementación del MIP son:

- Una estrategia operacional y un plan en cada unidad, ajustados para cada situación específica.
- La llave del éxito es el compromiso de los directivos de la unidad en el desarrollo e implementación del MIP y la asignación de un especialista para llevar a cabo el mismo.
- Un consistente y efectivo plan de higiene es su componente más importante.

Un aspecto relevante en la aplicación del MIP en almacenes lo constituye la determinación de los niveles de infestación de insectos que según la Metodología para insectos de cuarentena exterior (CNSV, 1985) se pueden clasificar en:

Ligero:

- No se observan insectos en el exterior de los envases.
- Luego de prolongada exploración se observan insectos solos, en parejas o en grupos de tres en el local de depósito de los productos.
- No más de un insecto detectado por cada 3 kg de muestra tomada y esparcida.

Medio:

- Se observan algunos insectos en el exterior de los envases.
- Se observan insectos en ocasiones numerosos en el local de depósito de los productos.
- Dos insectos detectados por cada 3 kg de muestra tomada y esparcida.

Intenso:

- Se observan numerosos insectos en el exterior de los envases.

- Se observan numerosos insectos en el local de depósitos de los productos.
- Más de dos insectos detectados por cada 3 kg. de muestra tomada y esparcida.

En ocasiones, en el almacén se producen reinfestaciones del alimento recibido, debido al desarrollo de estadios de insectos no controlados en los tratamientos previos y que no se detectan en los diagnósticos al momento del muestreo. Puede ocurrir por la presencia de huevos o estar no visibles dentro del grano. Para resolver esto, parte de la muestra debe conservarse por un período de un mes en condiciones apropiadas para el desarrollo de los insectos, en recipientes aireados y que no permitan el movimiento de estos al exterior y viceversa. Por otro lado, se deben analizar dichas muestras a los 15 y 30 días para la detección oportuna de los niveles de plagas, examinar sus causas y evitar daños al alimento (Pérez *et al.*, 2011).

Entre las medidas que se pueden aplicar dentro del MIP en las condiciones de almacenamiento y que sugieren Pérez *et al.* (2011) están:

- Mantener la higiene general del almacén, como es limpieza de pisos, techos y paredes; eliminar derrames bajo los pallets, etc.
- Rotación de los productos almacenados, priorizando la extracción de aquellos con mayor tiempo de permanencia en la unidad.
- Cumplir las normas de estiba establecidas, evitando de esta forma el desarrollo de especímenes indeseados, por falta de ventilación y permitiendo en caso de plagamiento realizar fumigaciones con carpas.
- Mantener los productos sobre pallets, que permitan el aislamiento de las estibas, aireación, la adecuada limpieza de las mismas y el lugar de depósito.
- Mantener los sacos vacíos y otros materiales en desuso, en un cuarto de desahogo, fuera del almacén y en caso de estar plagados, realizar un tratamiento antes de su utilización, evitando así la diseminación de las plagas.
- Extraer de inmediato los derrames y barreduras fuera del almacén por constituir reservorios de plagas residuales.
- Efectuar tratamientos de fumigación, asperjación, nebulización u otros, según se indican en el modelo Orden de Tratamiento a realizar en almacén, instalaciones y/o productos.

- Garantizar la extracción rápida de los productos decomisados por Salud Pública, por parte de los organismos responsables para evitar la contaminación a los productos sanos e instalaciones.
- Separar los productos plagados de los sanos.
- No almacenar productos de origen vegetal en el área exterior del almacén.
- Garantizar la limpieza del área exterior del almacén (malas hierbas, escombros, basuras y otros que sirvan de reservorios a las plagas).
- Reparar pisos, paredes, techos que garanticen la hermetización del almacén y la eliminación de los refugios de plagas residuales.
- Cumplir los procedimientos establecidos sobre trazabilidad.

Varios son los ejemplos de las aplicaciones de estas y otras medidas encaminadas a disminuir los índices infectivos de plagas en almacenes. Por ejemplo, García *et al.* (2007b) plantean que para el control de *T. castaneum* lo principal es mantener una buena limpieza. La remoción de los residuos es de suma importancia, ya que muchas veces es donde se mantienen las poblaciones que reinfestan granos o harinas. Este escarabajo tiene una marcada tendencia caníbal y es depredador de huevecillos y larvas de otras plagas de almacén, incluso de parasitoides como *Bracon hebetor*.

El MIP se aplica con éxito en diferentes países y algunos programas bien estructurados han sido diseñados y validados en Canadá y Dinamarca (Bétournay *et al.*, 1998; Nielsen, 2000). Pantusa *et al.* (2016) plantean que en el MIP se trata de utilizar todos los componentes disponibles que inducen a la efectividad del sistema, además de ser económico. En la selección de componentes, priorizar aquellos que constituyen factores de mortalidad natural (agentes de control biológico, prácticas culturales, manejo del comportamiento de los insectos, etc.). Excepcionalmente, puede darse el caso de recurrir a factores, como el uso de insecticidas, pero debe considerárseles como medidas temporales y de emergencia, no como medida prioritaria.

En el establecimiento del nuevo modelo agrícola en que Cuba está empeñada, una de las tareas más urgentes es encontrar las vías para continuar reduciendo el uso de pesticidas sintéticos para el manejo de estas infestaciones en general. El control biológico es una de estas vías. De hecho, constituye actualmente la alternativa principal (Pérez y Vázquez, 2003). Señala Stenberg (2017), que igualmente se ha acrecentado el uso de estos productos (virus, bacterias hongos) e insectos benéficos en el caso del manejo de insectos plaga que resultan inocuos al ambiente y las personas.

Control biológico

El control biológico de las plagas de almacén es una alternativa viable que se explota en algunos países. Se trata de utilizar organismos que sean perjudiciales (enemigos o antagonistas), de lo que constituyen plagas en los almacenes e industrias. De esta forma se han desarrollado con éxito tecnologías para la producción masiva y liberación de parasitoides (avispidas) y predadores (escarabajos, chinches, ácaros, etc.), así como para la aplicación de microorganismos entomopatógenos, como hongos contra gorgojos y bacterias contra larvas de polillas, entre otros (Pérez *et al.*, 2011).

Enemigos naturales

Conocidos también como biorreguladores u organismos benéficos: son aquellos que habitan de forma natural en los campos y regulan las poblaciones de las plagas de manera natural, es decir, sin que sean liberados o aplicados por el hombre. Pueden ser: insectos, ácaros, arañas, hongos, bacterias, virus, nematodos, entre otros (Vázquez, 2011)

En la mayoría de los grupos de insectos se encuentran especies entomófagas, pero su hábito varía ampliamente en la clase Insecta. Los entomófagos han sido considerados durante mucho tiempo, el grupo más importante dentro del conjunto de organismos que ejercen su acción como enemigos naturales. Comenzaron a utilizarse en el control biológico aplicado mucho antes que otros organismos. Numerosos especialistas afirman que son los agentes de control biológico más importantes. Lo cierto es que los parasitoides han sido el tipo más común de enemigo natural introducido para el control biológico de insectos y que han estado involucrados en muchos de los casos de introducciones exitosas (Pérez, 2004).

Pérez (2004) explica que la mayoría de los parasitoides utilizados en control biológico pertenecen al orden Hymenoptera y en menor grado a Diptera. En el primer orden, está incluido un número grande de familias y especies con hábitos parasíticos; tienen un efecto marcado en la regulación natural de muchas plagas, lo cual ha hecho posible su introducción, en los programas de MIP, dentro de un grupo numeroso de cultivos y a su vez, la disminución del grado de dependencia de los plaguicidas químicos. El conocimiento de estas es muy importante, pues su eliminación puede conducir a la aparición de brotes de plagas.

La conservación y seguridad de los alimentos y productos industrializados que se consumen constituye una exigencia impostergable que requiere de mayor atención fitosanitaria y protección ambiental (Nielsen,

2000). El control biológico presenta una serie de ventajas que hace que este tipo de control se convierta en uno de los más importantes para la protección fitosanitaria. Entre ellas se pueden destacar:

1. Poco o ningún efecto nocivo colateral de los enemigos naturales hacia otros organismos, incluso el hombre.
2. La resistencia de las plagas al control biológico es muy rara.
3. El control es relativamente a largo término, con frecuencia permanente.
4. El tratamiento con insecticidas es eliminado por completo o de manera sustancial.
5. La relación costo/beneficio es muy favorable.
6. Evita plagas secundarias.
7. No existen problemas de intoxicaciones.
8. Se puede usar dentro del MIP. (Ramírez *et al.*, 2007)

Biorreguladores identificados en la nave # 2 del almacén 640 del municipio San Luis

Anisopteromalus sp.

Superfamilia: *Chalcidoidea*

Orden: *Hymenoptera*

Familia: *Pteromalidae*

Género: *Anisopteromalus*

García *et al.* (2007a) expone que este entomófago se reconoce fácilmente porque es pequeño, tiene una tonalidad oscura y la característica fundamental que la identifica son las alas, que posee el estigma bien desarrollado y las antenas con 13 segmentos (incluyendo 1 a 3 anillos y entre 5 a 7 segmentos funiculares), a veces con menos segmentos. Usualmente las alas totalmente desarrolladas. Las anteriores con la vena marginal varias veces más larga que ancha, con las venas postmarginal y estigmal usualmente bien desarrolladas, tarso casi siempre con 5 segmentos. Esta familia la mayoría son parasitoideos, pero muy pocos son predadores y pocos son fitófagos. En Cuba aparece reportada la familia Pteromalidae con 28 géneros, de ellos, Anisopteromalus con una especie (Pérez *et al.*, 2018).

Trichogramma pretiosum Westwood, 1833

Orden: *Hymenoptera*

Familia: *Trichogrammatidae*

Género: *Trichogramma*

Es una pequeña avispa de 0,3 mm de tamaño. Por su color amarillo a carmelita claro, se conoce como rubio, parasitoide de huevos de lepidópteros. La hembra deposita su huevo dentro del huevo de los lepidópteros, realizando ahí todo su ciclo biológico y emergiendo entre los 7 a 10 días (Abreu *et al.*, 2010).

El género *Trichogramma*, constituye uno de los medios biológicos más distribuidos, estudiados y popularizados en el mundo, donde existen hasta la fecha 60 especies bien determinadas. *Trichogramma Westwood* fue descubierto y clasificado en 1833, constituye uno de los medios biológicos más distribuidos, estudiados y popularizados en el mundo, así como infinidad de formas dentro de esas especies. En la actualidad el parasitoide es empleado contra fitófagos, sobre unos 20 cultivos diferentes cuando estos se encuentran por encima de su umbral económico. Su alta efectividad y control se ha demostrado en más de 20 países de diferentes continentes (Mollineda *et al.*, 1997).

El entomófago que en mayor cantidad se cría y libera es el parasitoide de huevos *Trichogramma spp.* La cría se realiza sobre huevos de *Corcyra cephalonica* (Stainton) o *Sitotroga cerealella* (Olivier). La liberación se produce cuando aproximadamente el 50% de los adultos de *Trichogramma spp.* han emergido en el CREE a dosis de 8.000 a 30.000 individuos/ha. en dependencia de la densidad de los huevos de la plaga a controlar. (Pérez y Vázquez, 2003).

El objetivo de la multiplicación artificial de este insecto es el de obtener un gran número de ejemplares para liberarlos en los cultivos donde sea necesario, por no existir naturalmente o por hallarse en cantidad insuficiente para lograr el control biológico de las plagas. La cría artificial de este entomófago se realiza en muchos laboratorios de diversos países. Los métodos empleados difieren algo, pero todos se fundamentan en la cría masiva de lepidópteros cuyos huevos sirven para su multiplicación de este himenóptero, siendo preferibles las especies que se crían en granos almacenados.

***Bracon hebetor* Say, 1836**

Orden: *Hymenoptera*

Familia: *Braconidae*

Género: *Bracon*

Braconidae constituye una de las familias más diversas dentro de los insectos; se han descrito cerca de 17.500 especies. Dentro de sus principales características se destacan, mandíbula bidentada (con tres a siete dientes), antenas generalmente con más de 14 segmentos, vena transversal del ala anterior ausente y tergos metasomales 2 y 3 fusionados. Se estiman al menos 40.000 en todo el mundo. La gran diversidad y las numerosas estrategias de parasitismo hacen de esta familia un grupo dominante en la regulación de especies. Por este motivo su estudio se centra en la eficiencia para el control biológico de insectos plaga, el gran potencial como indicador de riqueza y estabilidad de ecosistemas naturales e intervenidos y su utilidad en el estudio de las interacciones parasitoide-hospedero (Yu *et al.*, 2003).

Según García (2007a), la especie *Bracon hebetor* es un ectoparásito que se alimenta de larvas de lepidópteros. Suele ser más común en zonas tropicales y subtropicales y su ciclo de vida se completa en 14 días. Detecta la presencia de su presa mediante compuestos volátiles que emanan de las heces fecales y secreciones mandibulares de la larva. Dentro de las plagas que controla se encuentran las larvas de *Corcyra cephalonica*.

***Tetrastichus howardi* Olliff**

Orden: *Hymenoptera*

Familia: *Eulophidae*

Género: *Tetrastichus*

Álvarez (2000) describe que *Tetrastichus howardi* es un parásito pupal de taladradores asociados a las Poaceas. Fue reportado por vez primera en Cuba por este investigador, en áreas arroceras y cañeras de la provincia de Matanzas a finales de 1997. Se ha observado sobre varias especies de Lepidóptera; *Pyralidae* su utilización es efectiva en programas de control de taladradores. En Cuba se emplea con éxitos en control de plagas en diversos cultivos como la *Plutella xylostella* en la col.

Refiere que los adultos de este insecto son pequeñas avispidas de aproximadamente un milímetro de tamaño y color negro brillante, con antenas acodadas, una venación muy reducida en sus alas y un fuerte ovopositor que le permite perforar el integumento de las crisálidas de sus hospedantes y depositar en el interior sus pequeños huevos. Presenta un marcado dimorfismo sexual, resultando posible reconocer los sexos cuando sus pupas están completamente esclerosadas.

Esta especie tiene un alto potencial reproductivo, una hembra fertilizada procrea hasta 148 descendientes, de los que más del 90 % son femeni-

nos, su ciclo de vida es de 16 días a 28 grados centígrados. Los estados de huevos, larva y pupa se desarrollan dentro de la crisálida del hospedante, protegidos por su envoltura quitinosa. Para determinar el índice de biorreguladores se empleó la metodología de Vázquez y Fernández (2007).

Métodos que predominan para proteger productos almacenados

Además del enfriamiento y la limpieza, el método más común de controlar la infestación por insectos plagas pos-cosecha hoy en Cuba son los plaguicidas químicos sintéticos, tales como los fumigantes: fosfuros metálicos (Al y/o Mg) y bromuro de metilo. Este último ha sido restringido mundialmente a tratamientos de cuarentena y en fase de eliminación por su efecto agotador de la capa de ozono; y diferentes familias de insecticidas con diferentes formulaciones. El uso continuado de estos conlleva a preocupaciones y peligros, como la presencia de residuos en los productos, el desarrollo de resistencia a estas sustancias en las poblaciones de insectos, inseguridad y problemas de intoxicación para las personas que aplican y daños al medio ambiente.

Actualmente, el método mayoritario que se emplea en productos almacenados es la utilización de tratamientos insecticidas fumigantes y residuales, en ocasiones aplicados de forma excesiva y poca efectiva (Riudavets, 2018). Suele ser complicado combinar las demandas de los consumidores por alimentos libres de artrópodos y de residuos químicos, que suelen ser dejados por los insecticidas utilizados en la industria para obtener una protección a largo plazo de un amplio espectro de dichos organismos. Entre los fumigantes la fosfina es el más utilizado en la mayoría de países (incluidos España y México) para desinfestar legumbres almacenadas, aunque en algunas naciones también hay registrados otros fumigantes como el ozono, el fluoruro de sulfurilo, el óxido de propileno o el formato de etilo (Rajendran, 2020). Estos gases no tienen un efecto residual y después del tratamiento el grano se encuentra expuesto para ser colonizado de nuevo por los artrópodos.

Miralles (2019) plantea que actualmente en Cuba se práctica el empleo de la tierra de diatomeas (TD) como alternativa natural para el control de plagas en productos almacenados y es probablemente uno de los plaguicidas naturales más efectivos. La TD son plantas microscópicas que ingieren sílice disuelta y la convierten en conchas altamente ordenadas (un tipo de alga verde). Estas absorben la capa serosa externa del insecto, causando su deshidratación. Después de vivir solamente unos 6 días, las diatomeas mueren y caen al fondo acuático (lago o mar). A lo largo de muchos miles de años las láminas de esas conchas se acumularon para formar las rocas sedimentarias llamadas de la misma manera.

Existen estudios sobre el empleo de TD contra plagas domésticas y vectores de cultivos protegidos y del jardín. Está registrada para el control de hormigas, pulgas, cucarachas, polillas, grillos, tijeretas, chinches, garrapatas, entre otros. Para el caso de jardines, su aplicación debe realizarse al crepúsculo, cuando los insectos beneficiosos tienen menor actividad. Puede ser aplicado tanto en tratamientos en silos verticales y horizontales, almacenes, contenedores, medios de transportes (terrestres y marítimos) y en centros donde se procesan alimentos. Muy práctico para controlar contaminaciones residuales en hendiduras estructurales y por su larga duración es ideal para impedir las infestaciones cruzadas.

Procedimientos metodológicos

La investigación se realizó en la nave # 2 del almacén 640 de la economía interna del municipio de San Luis, en el año 2020, ubicado en la Carretera de San Luis - Dos Caminos. Colinda al norte con la provincia de Holguín, al este con II Frente, al sur con Santiago de Cuba y al oeste con Palma Soriano. Los niveles de plagamientos en el chícharo y harina de trigo de las reservas del INRE, registrados en las informaciones estadísticas de varios años (2017-2020), ayudaron a detectar los principales problemas existentes y buscar nuevas estrategias para su control. El muestreo para la detección de insectos nocivos o benéficos se realizó según la norma cubana (Norma Cubana, 70-10) (CNSV, 2006), que establece los siguientes elementos para los productos de origen vegetal almacenados:

- a) Todos los materiales fueron muestreados por un personal debidamente adiestrado y autorizado.
- b) El muestreo del material vegetal se realizó por productos, líneas, especie, variedad y partida, buscando siempre representatividad en la muestra a obtener.
- c) El muestreo se realizó manualmente, los equipos materiales y utensilios que se utilizaron en la operación estaban limpios, secos y organizados según la operación a realizar.
- d) El tamaño de la muestra de los granos para el análisis en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LPSV) fue de 1.5 kg.
- e) Los granos fueron muestreados con la ayuda de calas, sondas, pinceles, frascos entomológicos, colectores, trampas y otros residuales que pudieran permanecer ocultas en remanentes de granos o en hendiduras de la pared, roturas del piso, puertas, sus carriles, ventanas, pallets, tarimas,

mostradores, cajas, sacos, barreduras, derrames, esteras conductoras, áreas exteriores a la edificación y lugares oscuros poco ventilados.

La cantidad de muestras analizadas por año para determinar las especies presentes, se exponen en la tabla siguiente:

Número de muestras analizadas por tipo de productos almacenados en nave 2 almacén 640 del municipio San Luis durante los años 2017 - 2020

Productos	Años				Total
	2017	2018	2019	2020	
Chícharo	15	13	12	8	48
Harina de trigo	8	5	3	2	18
Total	23	18	15	10	66

La recogida de las muestras se realizó según lo establecido en la metodología para el MIP en almacenes según Pérez *et al.* (2011), las que se embalaron y rotularon con los siguientes datos de identificación:

- Unidad.
- Municipio.
- Fecha.
- Nave.
- Producto.
- Número de estiba.
- Cantidad de sacos.
- Persona que toma la muestra.

Para la colecta de enemigos naturales se colocaron trampas con pegamento tanto en la parte exterior como interior del almacén, con el objetivo de conocer los diferentes tipos de plagas existentes en el mismo. Las mismas se retiraron semanalmente. Se concibieron además colectas de insectos que se encontraban dentro y sobre las estibas y se tomaron especímenes de larvas y pupas de lepidópteros y coleópteros con sospecha de parasitismo. Estas fueron colocadas luego en recipientes plásticos, tapados con tela antiáfidos con el interés de observar la emergencia de parasitoides.

Para la identificación de reguladores naturales, se consultaron las colecciones del LPSV y se utilizaron las claves del libro Introducción a los Hymenoptera de la región neotropical (Nieves *et al.*, 2006) y las láminas y descripciones del Manual práctico de las principales plagas de los productos almacenados (Sánchez, 2018). Las muestras fueron enviadas al LPSV Santiago de Cuba y analizadas en la especialidad entomología, el diagnóstico de

las especies de insectos presentes en cada muestra se realizó mediante el uso de claves taxonómicas y colecciones existentes. Se efectuaron liberaciones complementarias por los CREE del territorio de *Trichogramma pretiosum* y *Tetrastichus howardi* a razón de 8000 individuos/ m³ y 10000 individuos/ m³ respectivamente. Fueron esparcidos a envases en superficie, paredes, pisos, pallet, potenciales reservorios de plagas, como hendiduras, orificios con infestaciones ligeras de lepidópteros.

Resultados y discusión

En el presente trabajo se exponen los resultados de los muestreos realizados en la nave # 2 del almacén de la 640 del municipio de San Luis durante los años 2017-2020, en las que se observaron 3 especies de insectos plagas, coincidiendo con los informados por varios investigadores cubanos que notifican la entomofauna asociada a almacenes de alimentos en el país (CNSV, 2006; Pérez *et al.*, 2010; Pérez *et al.*, 2019).

Se encontraron además 4 enemigos naturales, lo que permitió conocer los biorreguladores presentes y su asociación con las plagas que moderan, lo cual facilitó poner en práctica las medidas recomendadas por Pérez *et al.* (2010), en el libro de MIP de almacenes de alimentos. Estas no han sido abordadas en su totalidad (uso y conservación de dichos organismos) y constituyen una vía segura y eficaz para la reducción de los índices de plagas de forma ecológica. Las 3 especies de insectos colectadas están distribuidas en 3 géneros y 3 familias pertenecientes a 2 órdenes, estas especies determinadas son cosmopolitas y de amplia distribución en Cuba lo que coincide con los reportes de FAO (2009) y Chea *et al.* (2010).

Especies de insectos plagas colectados en productos almacenados en la nave #2 del almacén 640 del municipio de San Luis en los años 2017-2020

Orden	Familia	Especie	Productos	
			Chícharo	Harina de trigo
Coleóptera	<i>Tenebrionidae</i>	<i>Tribolium castaneum</i> Hbst.		X
	<i>Curculionidae</i>	<i>Sitophilus oryzae</i> L	X	X
Lepidóptera	<i>Pyralidae</i>	<i>Corcyra cephalonica</i> Stainton		X

El orden coleóptero fue el más representado, con 2 especies perteneciente a 2 familias. Varios autores coinciden en informarlo como el de mayor incidencia de insectos plagas en almacenes de alimentos (Vázquez y Martín, 1978; La Rosa y Vázquez 1991; CNSV, 2006). Los niveles de infestación de las plagas por años se observan en la tabla siguiente:

Incidencia de plagas durante los años 2017-2020 en almacén nave #2 de la 640 del municipio de San Luis

Productos	Organismos	Incidencias de plagas por años			
		2017	2018	2019	2020
Chícharo	<i>Sitophilus oryzae</i>	Medio	Medio	Medio	Medio
Harina de trigo	<i>Sitophilus oryzae</i>	Medio	Medio	Medio	Medio
	<i>Tribolium Castaneum</i>	Medio	Medio	Medio	Medio
	<i>Corcyra Cephalonica</i>	Medio	Ligero	Ligero	Ligero

Incidencia de las plagas

Como demuestra la tabla siguiente durante los años 2017-2020 la plaga que más incidió fue *Sitophilus oryzae*, manteniendo una incidencia media, en el chícharo y en la harina de trigo. Este último estuvo también contagiado por *Tribolium castaneum* con índices medios de infestación y *Corcyra cephalonica* alcanzado en el 2018-2020 niveles ligeros de contaminación.

Índice de biorreguladores individual y total por productos almacenados en la nave #2 del almacén de la 640 del municipio de San Luis

Productos	Enemigos naturales	Grupos de Enemigos Naturales	Cantidad	%	Índice de Biorregul.
Chícharo	<i>Anisopteromalus sp</i>	1	20	16,0	2 (medio)
Total chícharo		1	20	16,0	2 (medio)
Harina de trigo	<i>Anisopteromalus sp</i>	1	13	10,4	2 (medio)
	<i>Trichogramma pretiosum</i>	1	11	8,8	2 (medio)
	<i>Bracon hebelector</i>	1	77	61,6	3 (alto)
	<i>Tetrastichus howardi</i>	1	4	3,2	1 (bajo)
Total harina de trigo		4	105	84,0	3 (alto)
Total General		5	125	100,0	3 (alto)

Dentro de las causas que provocaron los plagamientos se encuentra el incumplimiento de los PNO, influyendo además el tiempo de almacenamiento por constituir alimentos de la reserva estatal. Esto trae consigo la reinfestación de los almacenes, alcanzando en corto tiempo niveles medios de contaminación, lo que conllevó a la aplicación de productos químicos sin tener en cuenta estrategias de lucha preventivas, como es el uso de medios biológicos, por el desconocimiento de la fauna benéfica que pudo estar vigente.

Investigaciones realizadas por Pérez *et al.* (2018), *Sitophilus oryzae* manifestó un incremento poblacional superior en granos de maíz que en arroz y chícharos. Este insecto mostró una preferencia marcada por el arroz, seguido del maíz, lenteja y chícharo, por lo que puede reproducirse y alimentarse en ellos sin que se afecte su ciclo biológico.

El índice del biorregulador *Anisopteromalus sp.*, tanto en chícharo como en la harina de trigo fue medio representando el 26,4 % del total de individuos encontrados. En la harina de trigo se reportaron 4 grupos de biorreguladores, considerado alto para el 84 %, siendo los índices en *Bracon hebelector* alto para el 61,6 %, medio en *Trichogramma pretiosum* para el 8.8 % y bajo en *Tetrastichus howardi* para el 3,2%.

Para Vázquez *et al.* (2011), reviste gran importancia la adopción de prácticas de conservación y el manejo de enemigos naturales como también resulta significativo que los agricultores conozcan la actividad biorreguladora de estos agentes, con vista a la toma de decisiones teniendo en cuenta cómo se comportan los índices. En la tabla se reflejan las asociaciones de los enemigos naturales con las plagas de los productos almacenados.

Asociación de los enemigos naturales con las plagas de los productos almacenados en la nave #2 del almacén 640 del municipio de San Luis

Productos	Biorreguladores	Índice Biorregulador	Plagas	Estados controla	Índice de Plaga
Chícharo	<i>Anisopteromalus sp.</i>	Medio	<i>Sitophilus oryzae</i>	Larvas	Medio
Harina de trigo	<i>Anisopteromalus sp.</i>	Medio	<i>Sitophilus oryzae</i>	Larvas	Medio
	-	Medio	<i>Tribolium castaneum</i>	Larvas	Medio
	<i>Trichogramma pretiosum</i>	Medio	<i>Coreyra cephalonica</i>	Huevos	Ligero
	<i>Bracon hebelector</i>	Alto		Larvas	
	<i>Tetrastichus howardi</i>	Bajo		Crisálidas	

En la tabla 6.5 se evidencia la asociación de los enemigos naturales con las plagas y los productos almacenados, donde el himenóptero *Anisopteromalus sp.*, apareció en los alimentos chícharo y harina de trigo infestados por *Sitophilus oryzae*. La emersión de esta pequeña avispa dentro de los granos motivó su rápida identificación ya que se desconocía la función que estaba realizando, si era reguladora o si constituía un organismo nocivo. La confirmación por el LPSV de la presencia de un organismo benéfico de las larvas de esta plaga, constituyó un reporte nuevo para la provincia de Santiago de Cuba.

En las búsquedas realizadas, García *et al.* (2007a), refieren que el enemigo natural del gorgojo *Sitophilus*, es una avispa perteneciente a la familia de los Pteromalidae, orden Hymenoptera, que comúnmente se encuentra en granos de productos almacenados. Asociada al maíz junto con la plaga, en la investigación apareció en chícharo y harina de trigo invadido con *Sitophilus oryzae*. Refieren que esta actúa de la siguiente manera: primero localiza la galería que formó la larva del gorgojo, después

introduce su ovopositor en el pericarpio y coloca un huevecillo muy cerca de la larva del gorgojo; eclosiona y se ancla a su hospedante. La larva de la avispa se desarrolla a expensas de su hospedero, por último, emerge después de 14 días y la larva del gorgojo muere. En los exámenes realizados las avispietas se observaron emergiendo del interior de los granos plagados por *Sitophilus oryzae*, corroborando que se trata de un control natural por lo que estas avispas no deben eliminarse.

Machado *et al.* (2014), en la provincia de Villa Clara, identificaron 11 especies de artrópodos incidiendo sobre el grano almacenado. De ellas *S. oryzae* fue la que incidió con mayor frecuencia en el sorgo almacenado. En este estudio también se reportó a *Cheyletusma laccensis* Oudemans (Trombidiformes: Cheyletidae) y *Anisopteromalus calandrae* Howard (Hymenoptera: Pteromalidae) como las dos especies beneficiosas interceptadas. Cuatro géneros cosmopolitas han sido bien estudiados en lo que a esto se refiere y *Anisopteromalus* es uno de ellos.

Niedermayer *et al.* (2016) confirmaron la capacidad de *Anisopteromalus calandrae* para localizar al hospedero a 10 metros del local de liberación, y *Lariophagus distinguendus* (Forster, 1841) a 15 metros. Según Iturralde (2020), *Anisopteromalus calandrae* y *Lariophagus distinguendus* fueron muy efectivos sobre las larvas de *Callosobruchus chinensis*, parasitando al huésped a profundidades de hasta 150 cm, a distintas proporciones parasitoide-huésped (*A. calandrae*) así como cuando se liberaron (*A. calandrae*) dentro de bolsas de 25 kg de garbanzos en condiciones simuladas de almacén, lo que demuestra su gran capacidad de búsqueda al introducirse dentro de los sacos y sondeando a sus hospederos.

En estudios iniciados por Quiala (2019) y continuados por Quiala y González (2020), *Anisopteromalus sp* se encontraba disperso en almacenes de 4 municipios del territorio santiaguero, asociado a 7 especie de plagas de la orden coleóptera, estando presentes dentro de los organismos *Sitophilus oryzae* y *Tribolium castaneum*. En los bioensayos realizados por Freire (2017) durante condiciones controladas de laboratorio en Brasil, se observó por un lado, que las crías de *A. calandrae* se desarrollan bien en la dieta de harina de trigo. Además ofrecieron densidades de huésped mayor que 50 larvas por pareja. Estudios realizados por Hernández y Escalona (2014), en almacenes del estado de Lara en Venezuela se identificaron un total de 709 parasitoides pertenecientes a la familia *Pteromalidae* (Hymenoptera) y fueron obtenidos de los insectos plaga asociados a granos y alimentos almacenados (gorgojos), estando también presente la especie

Anisopteromalus sp. con 46 ejemplares (6,49%), lo que nos demuestra la efectividad del biorregulador para el control de coleópteros.

García *et al.* (2007a) consideran que la harina de chícharo rica en proteína es tóxica y repele a las tres mayores plagas de granos almacenados: *Sitophilus oryzae* (L.), *Tribolium castaneum* (Herbst) y *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens). Por otro lado, no lo es a *Anisopteromalus calandreae* (Howard), un parasitoide de *S. oryzae*. Durante la investigación, este producto estuvo plagado por *Sitophilus oryzae*, comprometido por el tiempo de almacenamiento en la reserva del INRE. Esta avispa benéfica fue observada por primera vez en el almacén de San Luis de la provincia de Santiago de Cuba, lo cual resulta un reporte nuevo. Manifiestan Schöller *et al.* (2018) que el control biológico, dentro de ellos *Anisopteromalus calandreae* Howard (Hymenoptera: Pteromalidae), es una buena alternativa del MIP, ya que consigue mantener las poblaciones de los artrópodos por debajo de los niveles de daño económico dentro de un marco de protección de los trabajadores y del medio ambiente

Trichogramma pretiosum

En la pesquisa se identificó la especie *Trichogramma pretiosum*, encontrándose en trampas de pegamentos con un índice medio. No se observaron ejemplares vivos por su tamaño tan pequeño y su acción reguladora sobre huevos difíciles de hallar. Su aparición en el almacén está asociada a la presencia de *Corcyra cephalonica* y relacionada con la liberación de este control por el CREE del municipio, en áreas de producción aledañas al almacén.

Sobre este entomófago explica Torre Callejas (1980) que las especies del género *Trichogramma* son integrantes de la entomofauna benéfica en la generalidad de las localidades de Cuba y del mundo. Es un insecto diurno, con fototropismo positivo, por lo que es altamente atraído por la luz. Es por ello que su actividad durante el día es intensa. Su diseminación y dispersión está en dependencia de su actividad en campo y de la capacidad de búsqueda de huevos de la plaga por la especie en cuestión. Es capaz de cubrir 25 m² por su vuelo y se distribuye en mayores áreas con el auxilio del viento y en dependencia de la calidad de su liberación en campo.

Abreu *et al.* (2010) consideran que este huésped es muy noble para desarrollar la cría artificial de *Trichogramma* y otros entomófagos. En la cría masiva de la avispa se emplean huevos de lepidópteros, debido a su fácil multiplicación artificial en los CREE, siendo preferibles las especies que se engendran en granos almacenados.

Como resultado de las liberaciones complementarias de los controles biológicos *Trichogramma pretiosum* y *Tetrastichus howardi*, realizadas por los CREE del territorio en el año 2020, se logra mantener regulada la plaga con índices ligeros de infestación. En el manual de MIP de plagas de almacén, Pérez *et al.* (2010) incluyen la liberación de *Trichogramma* como método de control de *Corcyra cephalonica* en los almacenes e instalaciones de la economía interna del país.

Bracon hebetor

Como refleja la tabla 6.5, otro biorregulador descubierto fue el *Bracon hebetor*. En el estudio se encontró en las trampas y parasitando larvas de *Corcyra cephalonica*. Los principales síntomas detectados en estas larvas fueron orugas flácidas de una coloración oscura, de las cuales emergieron abundantes avispitas de coloración carmelita claro, de ahí su alta incidencia. El mismo aparece de manera natural en la mayoría de los cultivos agrícolas regulando fitófagos y a la vez constituye una plaga para los CREE, ya que en pocos días es capaz de eliminar las crías de *Corcyra cephalonica* y *Galleria mellonella*, hospederos artificiales utilizados en estos centros para la reproducción de entomófagos.

Sostiene Schöller *et al.* (2018) que uno de los parasitoides de plagas de almacén más estudiados es *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). Es ectoparasitoide cosmopolita y se desarrolla sobre las larvas de varios Lepidópteros, principalmente de la familia Pyralidae. En el estudio estuvo asociada a *Corcyra cephalonica* perteneciente a esta familia.

García *et al.* (2007a) consideran que ciertos parasitoides y depredadores de plagas de granos almacenados son notables por su potencial como agentes de control biológico en los Estados Unidos. Entre estos están las hembras de *Bracon hebetor*, las cuales buscan y pican el estado larval de palomillas piralidas, tales como las palomillas india y la mediterránea de la harina. Las avispas opositan un grupo de huevos sobre el cuerpo de la larva paralizada, y la larva de las avispas se desarrolla fuera alimentándose en forma gregaria del huésped. Esta especie es considerada como una excelente candidata para el control biológico puesto que sus poblaciones se incrementan rápidamente y alcanzan al huésped.

Tetrastichus howardi

El *Tetrastichus howardi* en la investigación se encontró en trampas de pegamento ubicadas fuera y dentro de la instalación en pocas cantidades. Su

presencia puede estar relacionada con la aplicación de este entomófago en áreas aledañas. Se identifica fácilmente por su coloración negro brillante, su tamaño 1,0 mm y sus antenas acodadas con gran dimorfismo entre el macho y la hembra.

T. howardi no aparece en el MIP recomendado para el control de plagas de almacén, pero en liberaciones realizadas en el 2012 en instalaciones del territorio por la ingeniera Magalis Salomón Rey, fundadora del CREE Rafael Reyes de San Luis, fue eficiente su control sobre *Corcyra cephalonica*, ejerciendo su papel regulador. Esto se comprobó al encontrar las crisálidas infestadas. Esta avispa parasita en la primera fase, cuando están en formación y al igual que otros enemigos naturales están sometidos a los cambios bruscos de temperatura y humedad relativa de las instalaciones, pero encuentra sitios donde ocultarse para su resguardo. Estos estudios sirvieron de base para que otros CREE del país iniciaran liberaciones en almacenes como es el de La Sierrita en Cienfuegos.

Los biorreguladores *Trichogramma pretiosum*, *Bracon hebetor* y *Tetrastichus howardi* estuvieron asociados a *Corcyra cephalonica* encontrada en la harina de trigo, logrando regular los niveles de infestación de la plaga a índices ligeros, por la acción combinada y armónica de forma natural de estos entomófagos en el control de huevos, larvas y crisálidas de este hospedero, respectivamente.

En estudios realizados por Guzmán *et al.* (2013) sobre liberaciones de *Trichogramma pintoi* Voegelé en almacén de Cienfuegos, se encontraban dentro de los biorreguladores diagnosticados los parasitoides *Bracon sp.* *Tetrastichus howardi* (Olliff.) y una especie indeterminada del orden *Hymenoptera*. Esto coincidió con Grieshop *et al.* (2006), quienes expresan que las especies de parasitoides más frecuentemente en los almacenes pertenecen a las familias *Braconidae*, *Ichneumonidae*, *Trichogrammatidae*, *Pteromalidae* y *Bethylidae*, y al mismo tiempo están relacionadas con las familias de himenópteros reportadas en el almacén 640 del municipio de San Luis.

La plaga *Tribolium castaneum* estuvo asociada a la harina de trigo, no reportándose ningún agente biológico. Se conoce que este organismo nocivo puede ser sometido por la avispa *Anisepyrus rutifarsi*, encontrada en el LPSV de Santiago de Cuba por primera vez en el año 2010, controlando el estado larval. Además, se halló en el 2012 en los CREE Pecuaría Caney y Rafael Reyes, este último perteneciente al municipio San Luis, por lo que pudo aparecer ejerciendo su control de forma natural sobre esta especie (Quiala y González, 2020).

Cuando se aplica una estrategia de MIP correcta, se cumple con el PNO de los almacenes y con la inclusión de los enemigos naturales de forma preventiva, se logran mantener los niveles de la plaga por debajo de los índices que revelan pérdidas económicas.

Este trabajo evidencia que en los almacenes existe una cadena trófica, donde participan diversos organismos que lo habitan. En ellos, los insectos están presentes pudiendo constituir una plaga o ser benéficos como los parasitoides. Por eso debemos conocerlos antes de realizar una medida de control, para saber qué funciones realizan en la naturaleza, manejarlos y aprovechar sus servicios en caso de estar frente de un insecto favorecedor.

La mayoría de estos entomófagos se desplazan y acceden entre los sacos, penetran entre los granos que se almacenan en estos o los silos en busca de sus presas, pudiendo llegar a lugares que no es alcanzable por otros productos químicos. De ahí su importancia al catalogar su control como eficiente, teniendo en cuenta que a pesar de las altas temperaturas que se alcanzan en los almacenes es capaz de protegerse, demostrando su poder de búsqueda a través de las estibas. Su liberación debe ser con carácter preventivo antes que la plaga alcance niveles medios a intensos de infestación.

El uso del control biológico en granos almacenados tiene muchas ventajas pues la liberación de los enemigos naturales en ambientes confinados los protege de las condiciones adversas del clima (Brower *et al.*, 1996). Numerosos especialistas afirman que los himenópteros como enemigos naturales son los agentes de control biológico más importantes. Las especies de parasitoides más frecuentemente utilizadas pertenecen a las familias *Bracnidae*, *Ichneumonidae*, *Trichogrammatidae*, *Pteromalidae* y *Bethylidae* (Pérez, 2004; Grieshop *et al.*, 2006), coincidiendo con los resultados del trabajo, donde estuvieron presentes cuatro familias de este orden.

Según Flinn y Schöller (2012), el control biológico es comúnmente utilizado contra plagas en invernaderos o en campos agrícolas. Sin embargo, para las de almacén su uso es todavía muy restringido. No obstante, en instalaciones de almacenamiento las condiciones ambientales son generalmente estables y al ser recintos confinados, se considera que hay buenos componentes para que sea una técnica efectiva. Es por ese motivo que se hace necesario monitorear con trampas la población plaga dentro de las infraestructuras y determinar el mejor momento de realizar las liberaciones.

Aunque dentro de los enemigos naturales encontrados regulando plagas de productos almacenados solo estuvieron presentes 4 parasitoides del orden

Hymenoptera, se plantea por Wakefield (2018) que se pueden utilizar otros reguladores de plagas como hemípteros y ácaros depredadores, y en menor medida a los microorganismos como los hongos entomopatógenos, las bacterias, los baculovirus, los protozoos y los nematodos entomopatógenos.

Los resultados de la investigación de García *et al.* (2009) presentan la información de los agentes de control biológico de plagas de granos almacenados en México. Se reportan 23 agentes de los cuales 17 son parasitoides, 3 depredadores y 3 parásitos. Dentro de los primeros mencionados coinciden con nuestro estudio *Anisopteromalus calandrae* Howard, *Bracon hebetor* Say y de las 6 especies de la familia *Trichogrammatidae*, *Trichogramma pretiosum* Riley, lo que demuestra la entomofauna benéfica reguladora de plagas en las instalaciones de alimento. Ocurrió una tendencia a la disminución de estas afectaciones en el año 2020 a partir del manejo de los enemigos naturales presentes en el almacén, logrando reducir en 3 meses los gastos de insumos químicos como el fosfuro de aluminio (fosfamina).

Valoración económica

La identificación de los himenópteros *Trichogramma pretiosum*, *Bracon hebetor*, *Tetrastichus howardi* y *Anisopteromalus sp.* aportan beneficios desde el punto de vista económico, social y ambiental, ya que podemos contar con enemigos naturales capaces de regular las poblaciones de lepidópteros y gorgojos que tanto daño hace a los productos almacenados como el maíz, arroz, chícharo, trigo, entre otros. Es este el motivo por el cual debemos conservarlos y reproducirlos para su inclusión de manera preventiva en las estrategias de MIP con enfoque ecológico, pudiendo beneficiarse los almacenes de la economía interna de la provincia y el país.

En otro orden, permite la sustitución de importaciones de productos químicos tan costosos como es el fosfuro de aluminio (fosfamina), registrado como sustancia peligrosa, muy tóxico, inflamable (Nayak *et al.*, 2013; Holloway *et al.*, 2016; Gautam *et al.*, 2016). El envenenamiento por fosfina a escala global sigue siendo muy elevado por las malas prácticas o por accidentes (Schöller *et al.*, 2018), siendo un producto de alto precio en divisa (9719.00 TM). El costo total de la aplicación estaría entre \$ 600.00 a \$1 200.00 en dependencia al grado de infestación de la plaga, por lo que se buscan alternativas ecológicas para reducir los gastos al mismo tiempo disminuir el impacto ambiental.

Del mismo modo favorece la protección del medioambiente, la salud del hombre, los animales y enemigos naturales en el logro de alimentos cada vez más sanos, para mantener la sostenibilidad alimentaria. Permite además actualizar e incrementar las colecciones de insectos benéficos, del LPSV, Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP), Carreras Universitarias y Politécnicos de Agronomía, facilitando la identificación de especies y la capacitación de todo el personal fitosanitario.

Conclusiones

Se identificaron los himenópteros *Anisopteromalus sp.*, asociados a los alimentos chícharo y harina de trigo, al mantener bajo control las larvas de *Sitophilus oryzae*. Este resultado constituye un reporte nuevo para la provincia de Santiago de Cuba. Además, se comprobaron *Trichogramma pretiosum*, *Bracon hebetor* y *Tetrastichus howardi*, asociados a la harina de trigo contaminada por *Corcyra cephalonica*, al controlar los estados de huevos, larvas y pupas respectivamente. Hasta el momento se reportó ningún biorregulador en *Tribolium castaneum*. Los índices alcanzados por los biorreguladores, medios en *Anisopteromalus sp.* y *Trichogramma pretiosum*, alto para *Bracon hebetor*, y bajo en *Tetrastichus howardi*, permitieron la adopción de prácticas de conservación y manejo, para su inclusión en el MIP de almacén del territorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, A. R.; Milán, O.; Massó, E.; Rijo, E.; Caballero, S. y Marín, R. (2010). *Manual de metodologías de reproducción de artrópodos benéficos*. INISAV.
- Agamez-Ramos, E.; Barrera-Violeth, J. y Oviedo-Zumaqué, L. (2009). Evaluación del antagonismo y multiplicación de *Trichoderma* sp en sustrato de plátano en medio líquido estático. *Acta Biológica Colombiana*, 14 (3), pp. 61-70.
- Albuquerque, W. W. C.; Brandão Costa, R. M. P.; Fernandes, T. S. y Porto, A. L. F. (2016). Evidences of the static magnetic field influence on cellular systems. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 121, pp. 16-28.
- Alejo Domínguez, L. A. (2007). Control de la broca del café en San Luis Potosí, México: Situación actual, problemática y soluciones. En: J F Barrera, A. García, V. Domínguez & C. Luna (eds.). *La Broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques*. (83-88). Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. México
- Alfonso, M.; Avilés, R.; Álvarez, M. E.; Lorenzo, Y.; Ortiz, Y. y Rodríguez, V. (2000). Molusquicidas naturales de origen botánico. Protección vegetal vol. 15 (2): pp. 69-72.
- Alfonso, T. L. D. (2018). *Caracterización del capital humano asociado al desarrollo del control biológico de plagas agrícolas en el Perú*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina Lima, Perú].
- Altieri, M. A. (2015). Breve reseña sobre los orígenes y evolución de la agroecología en América Latina. *Agroecología*, 10(2), 7-8.
- Álvarez-González, R. (2000). *Instructivo técnico para la producción de *Tetrastichus howardi* (Olliff)*. Seminario Nacional sobre diversificación del Programa Nacional de Lucha Biológica. La Habana, Cuba.
- Arthurs, S. y Dara, S. K. (2019). Microbial biopesticides for invertebrate pests and their markets in the United States. *Journal of invertebrate pathology*, 165, 13–21.
- Baire, J. A. (2019). *Manejo orgánico de los suelos*. [Memorias del curso Fundamentos teóricos y prácticos de Agroecología. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. Mayabeque, Cuba].

- Baker, P. *et al.* (1998). Abiotic mortality factors of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). *Entomologia experimentalis et applicata*, 71(3), 201- 209.
- Baker, P. (1999). La broca del café en Colombia. Informe final del proyecto MIP para café DFID Cenicafé- CABI Bioscience (CNTR 93/1536A). Chinchiná, Colombia, 148 p.
- Baker, B. P.; Green, T. A. y Loker, A. J. (2020). Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. *Biological Control*, 140, 104095.
- Barrera, J. F., Villacorta, A. y Herrera, J. (2004). Fluctuación estacional de las capturas de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) con trampas de etanol-metanol e implicaciones sobre el número de trampas. *Entomología Mexicana*, 3(8), 540-544.
- Barrera, J. F. y Enkerlin, D. (2002). Un insecto que tiene en jaque a la cafecultura: la broca del grano del café. *CIES. Econoticias*, 3, 3-6.
- Bautista, E. J.; Mesa, L. y Gómez-Álvarez, M. I. (2018). Alternativas de producción de bioplaguicidas microbianos a base de hongos: el caso de América Latina y el Caribe. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 585-604.
- Bayraktar, V. N. (2013). Magnetic field effect on yeast *Saccharomyces cerevisiae* activity at grape must fermentation. *Biotechnologia Acta*, 6, 125-137.
- Benavides, M., Vega, A., Romero, H., Bustillo, A. y Stuart, J. (2005). Biodiversity and biogeography of an important pest of coffee, the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Annals of the Entomological Society of America*, 98, 359-366.
- Bendicho, A.; Fonseca, M. y Diblienko, V. (1990). *Estudio bioecológico de los Coccidos en el caféto (Homoptera)*. [Informe final del resultado 15 Tecnología Integral del caféto. Academia de Ciencias de Cuba].
- Berg, G. H. (2009). *Caracoles y babosas de importancia cuarentenaria, agrícola y médica para América Latina y el Caribe*. OIRSA, El Salvador.
- Bergamin, J. (1943). Contribuição para o conhecimento da biologia da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) (Col. Ipidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 14, 31-72.
- Bernadette-Abadía, R., Bartosik, L., Torre-Cardoso, D. de la y Giorda, J. J. (2013). *Manual de buenas prácticas en Poscosecha de granos*.

http://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_manual_de_buenas_practicas_en_poscosecha_de_granos_reglon_48-2.pdf

- Bertrand, E., *et al.* (2018). High-frequency, high-intensity electromagnetic field effects on *Saccharomyces cerevisiae* conversion yields and growth rates in a reverberant environment. *Bioresource Technology*, (260), 264-272.
- Bétournay, P., Clarke L., Lohnes, D., Harrison, G., McCarthy, B., Me-nard-Abell, B., Furguele, K., Maheu, M., Marcotte, M., Weadon, D., Fields, P., Jones, S., Trottier, R., Portugais, J., Dunn, L. y Smith, J. (1998). *Integrated 38 Pest Management in Food Processing: Working Without Methyl Bromide. Methyl Bromide Industry Government Working Group-Subcommittee on Alternatives for the Food Processing Sector of Canada*. Sustainable Pest Management Series S98-01. Health Canada. Pest Management Regulatory Agency.
- Board, J. (2015). *Estrategias para el manejo de las enfermedades de las plantas*. <https://www.Estrategias para el Manejo de las Enfermedades de las Plantas.htm>
- Boldini, J. M., Millán, Y. P., Osorio J., C. P., Gómez S., P. M., Lara M., R. F., Mena R., A. M. y Pulido S., Y. P. (2019). *Control Biológico. Servicios ecosistémicos: Un enfoque introductorio con experiencias del occidente colombiano*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá, Colombia.
- Borbón-Martínez O. (2002). *Situación de la broca del café en Costa Rica. (Hypothenemus hampei, Ferrari, 1867)*. Proceedings, Seminario Latinoamericano sobre la Broca. PROMECAFE-ICAFE. San José, Costa Rica.
- Botell, M. L. y Bermúdez, M. R. (2016). Daños a la agricultura, el medio ambiente y la salud ocasionados por el caracol gigante africano. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 54(2), 53-61.
- Brower, J., Smith, L., Vail, P. y Flinn, P. (1996). *Biological Control. Integrated Management of insects in stored products*. Subramanyam, B. y D. Hagstrum (Eds) Marcel Dekker, Inc. New York. USA.
- Brun, L., Stuart, J., Gaudichon, V., Aronstein, K. y French-Constant, R. (1995). Functional haplodiploidy: a mechanism for the spread of insecticide resistance in an important international insect pest. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 92, 9861-9865.

- Bruner, S. (1929). *Reseña de las plagas del café en Cuba. Circular No. 68*. Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas. Cuba.
- Brusca, R. y Brusca, G. (2003). *Invertebrates*. 2nd. Edition. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts, pp. 701-769.
- Bubanja, I. N. *et al.* (2019). The influence of low-frequency magnetic field regions on the *Saccharomyces cerevisiae* respiration and growth. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 143, e107593, p. 18.
- Buchanan, W. D. (1941). Experiments with an ambrosia beetle, *Xylosandrus germanus* (Blfd.). *Journal of Economic Entomology*, 34(3), 367-369.
- Bustillo, A., Cárdenas, M., Villalba, G., Benavides, M., Orozco, H. y Posada, F. (2002). *Manejo Integrado de la Broca del Café Hypothenemus hampei (Ferrari) en Colombia*. Colombia. CENICAFE.
- Bustillo, A. (2004). Un nuevo modelo de trampa para la captura de adultos de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). *Nota Científica. Entomólogo (Colombia)*, 32(97), 2-4.
- Camilo, J. E. (2003). Efecto de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) sobre la caída de frutos prematuros en La Cumbre. Café, Resultados de Investigación. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Santo Domingo, República Dominicana.
- Campos-Almengor, O. (2005). Manejo integrado de la broca del café en una finca de producción comercial en Guatemala. Simposio sobre situación Actual y Perspectivas de la Investigación y Manejo de la Broca del Café en Costa Rica, Cuba, Guatemala y México. J. F. Barrera (ed.). *Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur*. Tapachula, Chiapas, México, pp. 38-45.
- Canet, G. y García, A. (2017). *El papel regional de promecafé en investigación, capacitación y control de la broca del café*. Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico de la Caficultura en Centroamérica, Panamá, República Dominicana y Jamaica. Oficinas del II CA Guatemala.
- Cardé, R. y Haynes, K. (2004). Structure of the pheromone communication channel in moths. En: R. T. Cardé y J. G. Millar (eds.). *Advan-*

ces in the Chemical Ecology of Insects. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 283-332.

- Cárdenas R., A. B., Villalva G., D. A., Bustillo P., A. E., Montoya R., E. C. y Góngora B., C. E. (2017). Eficacia de mezclas de cepas del hongo *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café. *Cenicafé*, 58(4), 293-303.
- Casanova, A. y Hernández, A. (2009). *Producción protegida de plántulas en cepellón para sistemas de cultivos protegidos*. Instituto de Investigaciones Hortícolas. Liliana Dimitrova MINAGRI, La Habana.
- Casimiro-Rodríguez, L. (2016). Necesidad de una transición agroecológica en Cuba, perspectivas y retos. *Pastos y Forrajes*, 39 (3), pp. 81-91.
- Casini, C. y Santajuliana, M. (2008). *Control de Insectos en Granos Almacenados. Proyecto de Eficiencia de Cosecha, Poscosecha de Granos y Forrajes, y Valor Agregado en Origen*. INTA EEA Manfredi INTA PRECOP. <https://docplayer.es/10379897-Ing-agrphd-cristiano-casini-e-ing-agr-mauricio-santajuliana-inta-eea-manfredi.html>.
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). (1985). *Metodología para insectos de Cuarentena Exterior. Cuarentena Exterior. Febrero*. Dirección General de Sanidad Vegetal-MINAGRI. República de Cuba.
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). (2006). *Curso sobre manejo integrado de plagas en almacenes, silos, instalaciones de la industria molinera y transportación de alimentos*. Impresiones MINAG. Ministerio de la Agricultura, Cuba.
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). (2010). *Programa de defensa contra la broca del café (Hypothenemus hampei)*. Impresiones MINAG. Ministerio de la Agricultura, Cuba.
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). (2011). *Manual de procedimiento para el control de plagas poscosecha*. Impresiones MINAG. Ministerio de la Agricultura, Cuba.
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). (2015). *Legislación y procedimientos fitosanitarios que regulan la importación y exportación de artículos reglamentados en la República de Cuba*. Impresiones MINAG. Ministerio de la Agricultura, Cuba.
- CEPAL, FAO, IICA (eds.). (2013). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe*. División de Documentos y Publicaciones. Editorial CEPAL.

- Cermelli, M. (1993). *Control químico de plagas*. VI Curso de Manejo Integrado de Plagas. FONAIAP. Centro de Investigaciones Agropecuarias del estado Monagas.
- Cevallos, C. D., Santana, C. J. y Chirinos, D. T. (2021). Los depredadores y el manejo de algunas plagas agrícolas en Ecuador. *Manglar*, 18(1), 51-59.
- Chea, G. A., Herrera, R. V., Velázquez, E. P., Morales, M. C. y Falcón, Y. M. (2010). Incremento de Zabrotas sub. fasciatus (Boh.) (Coleoptera; Bruchidae) en 3 variedades de frijol común. *Revista Centro Agrícola*, 37(4), 31-35.
- Chen, K. K. y Chen, L. (1935). The pharmacological action of dendrobine. The alkaloid of Chin-shih-hu. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 55(3), 319–325.
- Cifra, M., Fields, J. Z. y Farhadi, A. (2011). Electromagnetic cellular interactions. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 105, 223-246.
- Cisneros, F. (1995). *Control de plagas agrícolas*. http://www.avocado-source.com/books/CisnerosFausto1995/CPA_TOC.htm.
- Contreras, T. y Guzmán, R. (2004). Evaluación de la captura de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en el curso de un año en Bonao, República Dominicana. *Boletín Promecafé*, 99, 14–15.
- Cook, M. y Horne, W. T. (1905). *Coffee leaf miner and other coffee pest*. *Bulletin No. 3*. Estación Central Agronómica, La Habana, Cuba.
- Córdova, E. (2018). *Cultivo de tomate. (Lycopersicon esculentum L)*. *Guía técnica*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova. San Andrés, El Salvador.
- Correoso, R. M. (2006). Estrategia preliminar para evaluar y erradicar *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinaceae) en Ecuador. *Boletín Técnico* 6, Serie Zoológica 2, 45-52.
- Correoso, R. M. (2009). Modelación y distribución de *Lissachatina fulica* (Gastropoda, Achatinidae) en Ecuador. Potenciales impactos ambientales y sanitarios. *Revista Geoespacial*, 6, 79-90.
- Cruz, M. L., Carbonell, R. J. y González, L. C. (2013). Efectividad de formulados a base de extractos de Nim, Paraíso y Eucalipto para el control *Sitophilus oryzae* (L). *Revista Científica Agroecosistemas*, 1(2), 157-164.

- Cucina, A., González, W.; Maldonado, C., Martínez, N., Morales, A., Natera, J. y Rodríguez, E. (1996). *Uso de métodos alternativos para el control de plagas*. V Curso de Toxicología Fundamental y Ocupacional. Centro de Investigaciones Toxicológicas de la Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Damon, A. (2000). A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Bulletin of entomological research*, 90(6), 453-465.
- Daryaei, A., Jones, E. E., Glare, T. R. y Falloon, R. E. (2016). Biological fitness of *Trichoderma atroviride* LU132 during long term storage, after production in different culture conditions. *Biocontrol Science and Technology*, 26, 86-103.
- De la Cruz, A. C. (2018). Manejo ecológico de plagas. *LEISA. Revista de Agroecología*, 34(1), 4.
- De la Ossa-Lacayo, A.; De La Ossa V. J. y Lasso. C. A. (2012). Registro del caracol africano gigante, *Achantina fulica* (Bowdich, 1822) (Mollusca: Gastropoda - Achatinidae) en Sincelejo, Costa Caribe de Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 247-252.
- De la Torre, S. (1993). *Trichogramma. Biología, sistemática aplicación*. Editorial Científico-Técnica.
- De la Torre, C. y Bartsch. (2008). *Los moluscos terrestres cubanos de la familia Urocoptidae. Edición homenaje al 150 aniversario del natalicio de Don Carlos de la Torre*. Editorial científico-técnica. Ruth Casa Editorial.
- De Oliveira-Filho, M. L. (1927). *Contribuição para o conhecimento da broca do café, Stephanoderes hampei (Ferrari 1867). Modo de comportar-se e ser combatida em S. Paulo-Brasil*. Publicação No. 20. Secretaria da Agricultura, Commercio e Obras Públicas. Comissão da Estudo e Debellação da Praga Cafeeira.
- Decazy, B. (1990). *Descripción, biología, ecología y control de la broca del fruto del café, H. hampei*. Conferencias Conmemorativas 50 años de Cenicafé, Colombia.
- Delgado-Londoño, D. M. (2017). Aplicación de enmiendas orgánicas para la recuperación de propiedades físicas del suelo asociadas a la erosión hídrica. *Lámpsakos*, (17), 77-83.
- Díaz, T. y Vidal, M. (2002). *Alternativas para la regulación de plagas*. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD). a.

- Díaz, C. (2010). *Manejo integrado del cultivo de tomate*. Boletín N°1, Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
- Díaz, T., Caballero, R., Casas, M., Funes, F., Portuondo, M., Roque, A.,-Vega, L. y Vázquez, L. (2014). *Haciendo agroecología*. La Habana.
- Díaz, T. (2019). *Diagnóstico fitosanitario. Plegable divulgativo*. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD). Cuba.
- Díaz, T., Alcántara, P. y Fernández, J. (2020). *Propuesta de un manejo agroecológico para el desarrollo sostenible de alimentos*. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD). Cuba.
- Dorta-Contreras, A. J. (2007). Aportes cubanos al estudio del *Angiostrongylus cantonensis*. *ACIMED*, 16(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352007001000007.
- Duarte, A. H. (2006). *Control de insectos plagas en granos y semillas almacenados*. http://www.arrozjo.info.ve/documentos/duarte_ali_03.pdf.
- Dufour, B. P., Barrera, J. F. y Decazy, B. (1999a). La broca de los frutos del cafeto: ¿la lucha biológica como solución? En: Bertrand, B. y Rapidel, B. (eds.). *Desafíos de la caficultura en Centroamérica*. (293-325). Costa Rica. CIRAD, IICA.
- Dufour, B. P., González, M. O. y Frérot, B. (1999b). Piégeage de masse du scolyte du café *Hypothenemus hampei* Ferr. (Col., Scolytidae) en conditions réelles: premiers résultats. En: *Proceedings, 18th International Scientific Colloquium on Coffee*. (480-491). Association Scientifique Internationale du Café (ASIC), Finland.
- Dufour, B. P. (2002). Importance of trapping for integrated management (IPM) of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* Ferr. En: *Plantations, recherche, développement: recherche et caféiculture*. (108-116). Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Montpellier, Francia.
- Dufour, B. P. (2009). *Informe final. Investigación en control de la broca del cafeto enero de 1995-julio de 2008*. IICA/PROMECAFE/CIRAD-BIOS/PROCAFE. El Salvador.
- Espejo, F. (2002). Dossier control de plagas en los productos almacenados. *Pest Control News*, (5), 1-5.
- Espinosa, J. y Ortea, J. (1999). Moluscos terrestres del archipiélago cubano. *Avicennia*, Suplemento 2, 1-137.

- Espinosa, J. y Ortea, J. (2009). *Los moluscos terrestres de Cuba*. Espartacus. Sociedad de Zoología de Cuba. UPC Print, Finlandia.
- Espinoza, J., Navarrete, A., Moran, N. y Vergara, K. (2018). Propuesta agroecológica para el desarrollo sustentable del centro Experimental Lodana cantón Santa Ana, provincia de Manabí. *Ciencia Digital*, 2(4), 141-176.
- Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2009). Grain Storage Techniques. Evolution and trends in developing countries. *Agricultural Services Bulletin*, 109.
- Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2013). *Insectos que dañan granos y productos almacenados*. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). <http://www.fao.org/docrep/x5053s/x5053s02.htm>
- Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2018). *Agricultura sostenible y biodiversidad un vínculo indisociable*. FAO.
- Fernández, E., Bernal, B., Vázquez, L., Gandarilla, H., Cuadra, R., Acosta, O., Draguiche, J. M., García, V., Espinosa, L. y González, G. (1997). *Manejo integrado de plagas en organopónicos*. III Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, La Habana.
- Fernández-Larrea, O. (1999). A review of *Bacillus thuringiensis* (Bt) and *Verticillium lecanii*, production and use in Cuba. *Biocontrol News and Information*, 20(1), 47-48.
- Fernández, E. y Vázquez, L. (2010). *Enfoque agroecológico del manejo integrado de plagas en Cuba*. IV Encuentro de Agricultura Orgánica, La Habana.
- Ferrari J., A. G. (1867). *Die Forst- und Baumzuchtschädlichen Borkenkäfer (Tomicides Lac.) aus der Familie der Holzverderber (Scolytides Lac.), mit besonderer Berücksichtigung vorzüglich der europäischen Formen, und der Sammlung des k. k. zoologischen Kabinetes in Wien*. Carl Gerold's Sohn (ed.), Vienna.
- Flinn, P. W. y Schöller, M. (2012). Biological control: insect pathogens, parasitoids, and predator. In: Hagstrum, D. W.; Phillips, G. y Cuperus, G. (eds) *Stored product protection*. (203-212). Kansas State University, Manhattam.
- Freire K., C. Z. (2017). *Biología e morfología de Anisopteromalus calandrae (Howard, 1881). (Hym.: Pteromalidae) em Lasioderma serricor-*

- ne* (Fabricius, 1792) (Col.: Anobiidae). [Tesis de Maestría. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil].
- Frost, S. W. y Dietrich, H. (1929). Coleoptera taken from bait-traps. *Annals of the Entomological Society of America*, 22(3), 427-437.
- Fuste, J. (2006). Consideraciones logísticas para el almacenamiento de granos en Cuba. En: *Congreso sobre Almacenes*. (1-40). Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Cuba.
- Gaceta Oficial de la República de Cuba. (2020). *Precios minoristas de los insumos, equipos e implementos agrícolas que se venden por las empresas comercializadoras del sistema de la Agricultura. Resolución 344, GOC-2020-844-EX71*. Ministerio de Finanzas y Precios.
- García-Lara, C.; Espinosa-Carrillo y Bergvinson, D. J. (2007a). *Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternativas para su manejo y control*. CIMMYT. México D.F.
- García, M. L., Aguirre, J. A., Narro, J., Cortés, E. y Rivera Reyes, J. G. (2007b). Hermetic Silo for the control of storage grain pest in Guajuato, México. *Agricultura Técnica en México*, 33(3), 231-239.
- García-González, F., Ramírez-Delgado, M., Torres-Zapata, R., Pinto, V. M. y Ramírez-Alarcón, S. (2009). Agentes de control biológico de plagas de granos almacenados. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 8(1), 49-56.
- Gato-Cárdenas, Y., Pérez-Bocourt, Y., Carreras-Solís, B., Baró-Robaina, Y., Quesada-Mola, Y. y Ramírez-Ochoa, R. (2014). Actividad antagónica de cepas autóctonas de *Trichoderma* spp. frente a fitopatógenos de suelo. *Fitosanidad*, 18(1), 45-48.
- Gautam, S. G., Opit, G. P. y Hosoda, E. (2016). Phosphine resistance in adult and immature life stages of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) populations in California. *Journal of economic entomology*, 109, 2525-2533.
- Ghodbane, S., Lahbib, A., Sakly, M. y Abdelmelek, H. (2013). Bioeffects of static magnetic fields: Oxidative stress, genotoxic effects, and cancer studies. *BioMed Research International*, 2013, e602987.
- Gingerich, D. P., Borsa, P., Suckling, D. M. y Brun, L. O. (1996). Inbreeding in the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) estimated from endosulfan resistance phenotype frequencies. *Bulletin of entomological research*, 86(6), 667-674.

- Giraldo-Ávila, G. (2003). *Manejo Integrado de Plagas – MIP. Proyecto Comunidades y Cuencas*. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. Colombia.
- Gómez S., P. M., Berdugo S., E. B., Salomón J., S. C., Pulido S., Y. P., Casadiego Y., A. S., Guzmán M., C. V. y Leiva M., L. P. (2019). Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo. En: *Servicios ecosistémicos: Un enfoque introductorio con experiencias del occidente Colombiano*. (172-187). Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia.
- Gómez A., L. S. *et al.* (2022). Principales enfermedades del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de campo. *Ciencia Latina*, 6(1), 4190-4210.
- González, F. M., Casanova, A., Rodríguez, M. G. y Miranda, I. (2016). Influencia de portainjertos resistentes a *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood sobre la calidad de las plántulas injertadas y la producción del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones protegidas. *Revista Agrotécnica de Cuba*, 40(1), 12-25.
- González-Guillen, A., Fernández, A., Lajonchere, L. y Berschauer, D. (2017). Narrow-range taxa of Cerion (Mollusca: Cerionidae) in the northeastern province of Cuba. *The Festivus*, 49, 3-17.
- Grieshop, M. J., Flinn, P. W. y Nechols, J. R. (2006). Biological control of the Indian meal moth on finished stored products using egg and larval parasitoids. *Journal of economic entomology*, 99(4), 1080-1084.
- Guilarte, Y. (2020). *Control de Sitophilus spp. en el almacén de la UEB-608, Santiago de Cuba*. [Tesis de Especialidad. Universidad de Oriente].
- Gutiérrez-Martínez A., S., Hernández, R. A. y Virgen, S. (1993). *Trampeo en campo de la broca del fruto de café Hypothenemus hampei Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) con los semioquímicos volátiles del fruto de café robusta (Coffea canephora Pierre ex Froehner)*. [Resúmenes del XVI Simposio de Caficultura Latinoamericana. Nicaragua].
- Guzmán, R. E. y Contreras, T. (2005). *Informe sobre el programa de trampeo de la broca del café*. Consejo Dominicano del Café. República Dominicana.
- Guzmán, M. M., Broche E., E. L., Armas J., L. G. y Castellanos-González, L. (2013). Utilización del control biológico *Trichogramma pintoi* Voegelé en el manejo de plagas de almacén. *Agrosistema*, 1(1), 61-67.

- Hernández, A., Arias Zepeda, E. M. y Grande Meléndez, J. C. (2007). Implementation of the integrated coffee berry borer management program in El Salvador. En: J F Barrera, A. García, V. Domínguez & C. Luna (eds.). *La Broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques*. (57-71). Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Hernández, D. y Escalona, B. (2014). Insectos plaga de alimentos almacenados y sus enemigos naturales en el estado Lara, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 48(1), 48-63.
- Hernández Jiménez, A., Pérez, J., Bosch, D. y Castro, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. Ediciones INCA.
- Holloway, J. C., Falk, M. G., Emery, R. N., Collins, P. J. y Nayak, M. K. (2016). Resistance to phosphine in *Sitophilus oryzae* in Australia: A national analysis of trends and frequencies over time and geographical spread. *Journal of Stored Products Research*, 69, 129-137.
- Hoy, M. A. (2011). *Introduction to integrated mite management. Agricultural Acarology*. University of Florida, Gainesville.
- Hughes, A. M. (1976). The mites of stored food and houses. *Technical Bulletin*, 9, 127-138.
- Iturralde R., D. G. (2020). *Desarrollo de nuevas alternativas para el manejo integrado de plagas en judía y garbanzo almacenado*. [Tesis de doctorado. Universitat Politècnica de Catalunya, España].
- Jarquín, R., Barrera, J. F., Guharay, F., Jiménez, L., García, L., Figueroa, M. y Montes, R. (2002). Manejo Integrado de la Broca del Café bajo dos modelos de transferencia de tecnologías. En: *Tres plagas del café en Chiapas*. (21-31). El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Jiménez-Gómez, J. (1992). Patogenicidad de diferentes aislamientos de *Beauveria bassiana* sobre la broca del café. *Cenicafé*, 43, 84-98.
- Jiménez, M. (2009). *Métodos de control de plagas*. Universidad Nacional Agraria Managua, Nicaragua.
- Kirkendall, L. R. (1993). *Ecology and evolution of biased sex ratios in bark and ambrosia beetles. Evolution and diversity of sex ratio in insects and mites*. Chapman y Hall (ed.) New York, U.S.A.
- Krantz, G. W. y Walter, D. E. (2009). *A Manual of Acarology*. Texas Tech University, EE. UU.

- La Rosa, J. y Vázquez, L. L. (1991). *Distribución, daños y lucha contra los principales insectos de los productos vegetales almacenados en Cuba*. Ed. CID-INISAV.
- Lizárraga-Travaglini, D. A. (2018). *Caracterización del capital humano asociado al desarrollo del control biológico de plagas agrícolas en el Perú*. [Tesis de Maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú].
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. y De Poorter, M. (2004). *100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database*. Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).
- Lukas, J., Stejskal, V., Jarosik, V., Hubert, J. y Zdarkova, E. (2007). Differential natural performance of four Cheyletus predatory mite species in Czech grain stores. *Journal of Stored Products Research*, 43, 97-102.
- Machado, M. I., Valdés, H. R., Cárdenas, M. M. y Lozada, R. S. (2014). Principales plagas insectiles que afectan el Almacenamiento del sorgo en la provincia de Villa Clara. *Centro Agrícola*, 41(2), 27-31.
- Márquez-Gutiérrez, M. E. et al. (2010). *Formas de obtención de controladores biológicos microbianos para su uso en el sistema de producción agrícola del MINAG*. CIDISAV.
- Martínez-Zubiaur, Y., Fiallo-Olivé, E., Carrillo-Tripp, J. y Rivera-Bustamante, R. (2008). First report of tomato chlorosis virus infecting tomato in single and mixed infections with tomato yellow leaf curl virus in Cuba. *Plant Disease*, 92(5), 836-836.
- Martínez, B., Infante, D. y Reyes, Y. (2013). Trichoderma spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal*, 28(1), 1-11.
- Más-Diego, S. M. (2018). *Propuesta tecnológica para la producción de un biocontrolador de plagas a partir de Trichoderma harzianum Rifai (A-34) con aplicación del campo magnético*. [Tesis de doctorado. Universidad de Oriente].
- Más-Diego, S. M., Lobaina-Lobaina, E. y Rodríguez-Rico, I. L. (2018). *Modelación de la formación de biomasa de Trichoderma harzianum Rifai (A-34) en fase líquida*. *Ciencia e innovación tecnológica*. Editorial Académica Universitaria-Opuntia Brava.
- Matamoros, M. (2011). *Manejo agroecológico de moluscos*. La Habana.

- Matamoros, M. (2014). Los moluscos fitófagos en la agricultura cubana. *Agricultura orgánica*, (20), 9-13.
- Matamoros, M. (2015). *Manual de prácticas promisorias para el manejo agroecológico de moluscos*. INISAV.
- Mathieu, F., Brun, L. O., Marchillaud, C. y Frérot, B. (1997). Trapping of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* Ferr. (Col., Scolytidae) within a mesh-enclosed environment: interaction of olfactory and visual stimuli. *Journal of Applied Entomology*, 121(1-5), 181-186.
- Mead, A. (1961). *The Giant African Snail. A problem in economic malacology*. University of Chicago Press, U.S.A.
- Mead, R. A. (1979). Anatomical studies in the African Achatinidae a preliminary report. *Malacologia*, 18(1-2), 133-138.
- Mead, A. (1995). Anatomical studies reveal new phylogenetic interpretations in Lissachatina (Pulmonata: Achatinidae). *Journal of Molluscan Studies*, 61(2), 257-273.
- Mejía, G., Aristizábal, L. F., Salazar, H. M. y Posada, F. J. (2001). *Seguimiento a poblaciones de Hypothenemus hampei, mediante trampas de alcohol en parcelas de caficultores*. 28th Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Colombia.
- Mendoza M., J. R. (1991). *Resposta da broca-do-café, Hypothenemus hampei, a estímulos visuais e semioquímicos*. [Tesis de maestría. Universidade Federal de Viçosa, Brasil].
- Miralles, L. (2019). *Instructivo técnico para el uso de tierra de diatomeas en el control de plagas insectiles poscosecha en granos y sus derivados durante su almacenamiento prolongado*. CIDISAV. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal.
- Moeck, H. A. (1970). Ethanol as the primary attractant for the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum* (Coleoptera: Scolytidae). *The Canadian Entomologist*, 102(8), 985-995.
- Mollineda, M., López, M. y Milán, M. (1997). Influencia de la temperatura en la biología de las especies *Trichogramma pintoi* y *Trichogramma pretiosum*. *Fitosanidad*, 1(1-4), 48-51.
- Moore, B. P. (1974). *Pheromones in termite societies*. North-Holland/American Elsevier.

- Moore, D. y Prior, C. (1988). *Present status of biological control of the coffee berry borer Hypothenemus hampei*. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference - Pests and Diseases, U.K.
- Murgido, C. A. y Elizondo, A. I. (2007). El manejo integrado de plagas de insectos en Cuba. *Fitosanidad*, 11(3), 23-28.
- Murgueitio-Restrepo, E., Barahona-Rosales, R., Flores-Estrada, M. X., Chará-Orozco, J. D. y Rivera-Herrera, J. E. (2016). Es posible enfrentar el cambio climático y producir más leche y carne con sistemas silvopastoriles intensivos. *Ceiba*, 54(1), 23-30.
- Navarro-Escalante, L., Hernandez-Hernandez, E. M., Nuñez, J., Acevedo, F. E., Berrio, A., Constantino, L. M., Padilla-Hurtado, B. E., Molina, D., Gongora, C., Acuña, R., Stuart, J. y Benavides, P. (2021). A coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) genome assembly reveals a reduced chemosensory receptor gene repertoire and male-specific genome sequences. *Scientific reports*, 11(1), 4900.
- Nayak, M. K., Holloway, J. C., Emery, R. N., Pavic, H., Bartlet, J. y Collins, P. J. (2013). Strong resistance to phosphine in the rusty grain beetle, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Laemophloeidae): its characterisation, a rapid assay for diagnosis and its distribution in Australia. *Pest management science*, 69(1), 48–53.
- Niedermayer, S., Krogmann, L. y Steidle, J. L. (2016). Lost in space? Host-finding ability of the parasitoids *Lariophagus distinguendus* and *Anisopteromalus calandrae* in empty grain storage facilities to control residual pest populations. *Biocontrol*, 61, 379-386.
- Nielsen, P. S. (2000). *Alternatives to Methyl Bromide: IPM in Three Typical Danish Flour Mills*. Miljønyt 55.
- Nieves-Aldrey, J. L., Fontal-Cazalla, F. y Fernández, F. (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Universidad Nacional de Colombia.
- Norma Cubana (NC) 70-10. (1983a). *Agricultura. Cuarentena Vegetal. Muestreo*. Oficina Nacional de Normalización. Cuba.
- Norma Cubana (NC) 70-11. (1983b). *Agricultura. Cuarentena vegetal. Embalaje y envío de muestras para análisis de laboratorio. Reglas generales*. Oficina Nacional de Normalización. Cuba.
- Organización Mundial para la Salud y Organización para la Agricultura y la Alimentación (OMS/FAO). (2016). *International code of conduct*

on pesticide management: guidelines on highly hazardous pesticides. WHO Press.

- Pantusa, V., García, O. y Elichiribehety, E. (2016). *Plan de manejo integrado de plagas en planta elaboradora de productos cárnicos.* [Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina].
- Partido Comunista de Cuba (PCC). (2016). *Actualización de los lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021.* 7mo Congreso del Partido y Asamblea Nacional del Poder Popular.
- Pérez, N. y Vázquez, L. (2003). *Manejo ecológico de plagas.* Centro de Estudios de Agricultura Sostenible (CEAS), Universidad Agraria de La Habana (UNAH). Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV).
- Pérez, N. C. (2004). *Control biológico, bases de la experiencia cubana.* Centro de Estudios de Agricultura Sostenible del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana. (CEAS-ISCAH).
- Pérez, M. E., Miralles, M. L., Almaguer, R. L., Vázquez, M. L., Piedra, D. F., Navarro, L. A., Hernández, H. G., Piedrahita, P. J. y Sotomayor, C. S. (2010). *Manejo Integrado de Plagas en almacenes, silos, instalaciones de la industria molinera y transportación de alimentos.* Editora Centenario, República Dominicana.
- Pérez, M. E., Miralles, L., Hernández, G., Navarro, A. y Almaguer, L. (2011). *Implementación del manejo integrado de plagas con la inclusión de transferencias tecnológicas en almacenes, silos, instalaciones industriales y transportación de alimentos como alternativa al Bromuro de metilo en Cuba.* Editorial CIDISAV.
- Pérez, M. y Marasas, M. E. (2013). Servicios de regulación y prácticas de manejo: aportes para una horticultura de base agroecológica. *Revista Ecosistemas*, 22(1), 36–43.
- Pérez-Consuegra, N. (2018). *Alternativas a los plaguicidas altamente peligrosos en América Latina y el Caribe.* IPEN/ACTAF/RAPAL. Editora Agroecológica.
- Pérez Rodríguez, Y., Valdés Herrera, R., Castellanos González, L., y Jiménez Carbonell, R. (2018). *Sitophilus oryzae* (coleóptera: curculionidae). Características, daños, reproducción y alternativas para su control. *Agroecosistemas*, 6(3), 129-135.

- Pérez, M. P., Zaldiva J., C. P. y Oduardo, D. S. (2019). Manejo integrado de plagas de almacén en Jesús Menéndez. *Ojeando la Agenda*, 60(3), 29-43.
- Phillips, T. W. y Throne, J. E. (2010). Biorational approaches to managing stored-product insects. *Annual review of entomology*, 55, 375-397.
- Posada, F. J. y Bustillo, A. E. (1994). El hongo *Beauveria bassiana* y su impacto en la caficultura colombiana. *Agricultura Tropical*, 31(3), 97-106.
- Pozo Serrano, J. *et al.* (2019). Efectividad antagonica in vitro de *Trichoderma sp.*, frente a *Stemphylium lycopersici*. *Cultivos Tropicales*, 40(3), e04.
- Prates, H. S. (1969). Observações preliminares da atração da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867), a extratos de frutos do caféiro (cereja e verde). *O solo*, 61, 13-14.
- Quiala-Verdecia, R. (2019). *Hymenoptero reportado en chícharo y maíz plagado por Sitophilus oryzae, en almacén de la economía interna del municipio San Luis*. FORUM Provincial de Ciencia y Técnica.
- Quiala, R. P. y González, A. R. (2020). *Dispersión de Anisopteromalus sp en almacenes del territorio de Santiago de Cuba*. FORUM Provincial de Ciencia y Técnica.
- Rajendran, S. (2020). Insect pest management in stored products. *Outlooks on Pest Management*, 31(1), 24-35.
- Ramírez, M., González, M., Bello, A. y Romero, S. (2007). Campaña nacional contra la broca del café en México: Agroecología, operación y perspectivas. En: Barrera, J. F., García, A., Domínguez, V. y Luna, C., eds. *La Broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques (73-81)*. Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur.
- Raut, S. K. & Barker, G. M. (2002). *Achatina fulica* Bondich and other Achatinidae as pests in tropical agriculture. In: Barker G. M., Ed., *Molluscs as Crop Pests*, CABI Publishing, Hamilton, pp 55-114.
- Riudavets, J. (2018). *Biological control of stored products pests. Biological control of stored products pests*. IOBC/WPRS.
- Rivera Méndez, W. (2016). *Control microbiológico como experiencia de sostenibilidad local en la agricultura centroamericana. Tecnología en Marcha*. Edición Especial Biocontrol.
- Rodríguez, M. (2007). *Manejo integrado de la broca del café en Honduras. La Broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques*. Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur, México.

- Rodríguez, J. P. (2018). *Identificación de los productos y medios empleados para el control de plagas*. SEAG0110. IC Editorial.
- Rojas, J. C. (2005). *Ecología química de la broca del café y sus parasitoides*. Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Sabourin, E., Patrouilleau, M. M., Le Coq, J. F., Vásquez, L. y Niederle, P. A. (2017). *Políticas públicas a favor de la agroecología en América Latina y el Caribe*. Brasil.
- Salazar, M. R., Arcila, J., Riaño, N. M. y Bustillo, A. E. (1993). Crecimiento y desarrollo del fruto de café y su relación con la broca. *CENICAFE, Avances Técnicos*, (194).
- Sánchez, E., Dufour, B. P., Olivas, A., Virgínio Filho, E. M., Vilches, S. y Avelino, J. (2013). *Shade has antagonistic effects on coffee berry borer*. Proceedings, 24th International Scientific Colloquium on Coffee. Association Scientifique Internationale du Café (ASIC), Costa Rica.
- Sánchez, S. A. (2018). *Manual Práctico de las principales Plagas de los Productos Almacenados*. MAG-DGSV. San José, Costa Rica. 114 pp.
- Schöller, M., Prozell, S., Suma, P. y Russo, A. (2018). *Insect pest management in stored grain*. En: *Recent advances in stored product protection*. Athanassiou and Arthur (eds). Springer-Verlag, Germany.
- Segovia, D. y Ortega, G. (2012). *La agroecología, camino hacia el desarrollo sustentable*. BASE Investigaciones Sociales, Arandura Ed. Asunción.
- Simón, F. (1989). *Programa de defensa integral contra el minador de la hoja del cafeto*. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Cuba.
- Stefanova, M. (2003). *Producción y aplicación de Trichoderma spp. como antagonista de hongos fitopatógenos*. Editorial. INISAV.
- Stejskal, V., Aulicky, R. y Kucerova, Z. (2014). Pest control strategies and damage potential of seed-infesting pests in the Czech stores-a review. *Plant Protection Science*, 50(4), 165-173.
- Stenberg, J. A. (2017). A conceptual framework for integrated pest management. *Trends in plant science*, 22(9), 759-769.
- Thiengo, S. C., Maldonado, A., Mota, E. M., Torres E., J. L., Caldeira, R., Carvalho O., D. S, Lanfredi, R. M. (2010). The giant African snail *Achatina fulica* as natural intermediate host of *Angiostrongylus cantonensis* in Pernambuco, northeast Brazil. *Acta tropica*, 115(3), 94-199.

- Torre, C. y Bartsch, P. (2008). *Los moluscos terrestres cubanos de la familia Urocoptidae*. Editorial Científico-Técnica.
- Torre Callejas, S. L. (1980). *Revisión de los Trichogramma de Cuba, con la descripción de tres nuevas especies y una variedad*. Editorial Dirección de Información Técnica, Universidad de La Habana.
- Trejo, A. y Funez, R. (2004). *Manual Técnico Manejo Integrado de la broca del café basado en criterios bioecológicos de la broca y el cultivo del café*. Centro de Investigación y Capacitación Jesús Aguilar Paz, Honduras.
- Tristá-Moncada, J. J., Berenguer-Maurant, A., Deás-Yero, D., Ri-beaux-Kindelán, G. y Nuñez-Álvarez, J. R. (1997). *Magnetizador a imanes permanentes exteriores*. Cuba patent application CU 22562 A1. 1997.04.17.
- Trujillo, Z., *et al.* (1999). Estudios preliminares en la obtención de cebos para el combate de caracoles. *Fitosanidad*, 3(4), 43-47.
- Vázquez, L. L. y Martín, J. (1978) Plagas de insectos en granos y otros productos vegetales almacenados. *Protección de Plantas*, 1(2), 35-57.
- Vázquez-Moreno, L. (2005). *Experiencia cubana en el manejo agroecológico de plagas en café y avances en la broca del café*. Simposio sobre Situación Actual y Perspectivas de la Investigación y Manejo de la Broca del Café en Costa Rica, Cuba, Guatemala y México.
- Vázquez, L. L. y Fernández, E. (2007). *Bases para el manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura urbana*. Ediciones ACTAF.
- Vázquez, L. L., Murguido, C.; Navarro, A. y García, M. (2010). Resultados de un proceso de capacitación e innovación participativas para la adopción del manejo agroecológico de la broca del café en Cuba. *Agroecología*, (5), 53-62.
- Vázquez, L. L. (2011). *Manual para la Adopción del Manejo Agroecológico de Plagas en Fincas de la Agricultura Suburbana*. INISAV-INIFAT.
- Vázquez, L. L. y Álvarez, J. M. (2011). *Control ecológico de poblaciones de plagas*. CIDISAV. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal.
- Vázquez, L. L.; Marzin, J. y Rodríguez-González, N. (2017). *Políticas públicas y transición hacia la agricultura sostenible sobre bases agroecológicas en Cuba. Políticas Públicas a favor de la Agroecología en América Latina y el Caribe*. Red Políticas Públicas en América Latina y el Caribe (PP-AL), Brasil.

- Vázquez, A. A. (2018). Updated distribution and experimental life-history traits of the recently invasive snail *Lissachatina fulica* in Havana, Cuba. *Acta Tropica*, 185(2018), 63-68.
- Vázquez, L. L., Fernández, E., Paredes, E., Alfonso, J., Matienzo, Y., Veitia, M., Carr, A., Elizondo, A. I. y Fernández, A. (2022). Sistematización de la adopción del manejo agroecológico de plagas en Cuba. *Revista de Gestión del Conocimiento y el Desarrollo Local*, 9(1), 34-51.
- Velasco Pascual, H. (1995). *La broca del café Hypothenemus hampei Ferr.: Su control efectivo aplicando manejo integrado. Manual para técnicos y productores*. PIDRCAFE-CRUO-UACH.
- Velasco Pascual, H., Beristain Ruiz, B. y Díaz Cárdenas, S. (1998). *Integración de métodos para el control de la broca del fruto del café en las zonas Córdoba-Huatusco, Veracruz, México*. 11a Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria, México.
- Villacorta-Mosqueira, A., Possagnolo, A. F., Silva, R. Z. y Rodrigues, P. S. (2001). *Um modelo de armadilha com semioquímicos para o manejo integrado da broca do café Hypothenemus hampei (Ferrari) no Paraná*. II Simposio de Pesquisa dos Cafés do Brasil.
- Vivas Carmona, L. E. (2017). El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), 67-69.
- Vuelta Lorenzo, D. R.; Más Diego, S. M.; Montero Limonta, G. y Rizo-Mustelier, M. (2020). Efecto de 8 especies de hongos micorrízicos arbusculares sobre el manejo de nematodos en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones protegidas. *Ciencia en su PC*, 1(3), 108-124.
- Wakefield, M. E. (2018). *Microbial biopesticides. Recent advances in stored product protection*. Athanassiou and Arthur (eds). Springer-Verlag, Germany.
- Yu, S. H.; Ryoo, M. I.; Na, J. H. y Choi, W. I. (2003). Effect of host density on egg dispersion and the sex ratio of progeny of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Stored Products Research*, 39(4), 385-393.
- Zhang, X.; Yarema, K. y Xu, A. (2017). *Impact of Static Magnetic Field (SMF) on microorganisms, Plants and Animals. Biological Effects of Static Magnetic Fields*. Springer Singapore.

Este libro revela los resultados de las investigaciones e intentos tecnológicos de desarrollo de la Especialidad de Postgrado en Sanidad Vegetal que se desarrolla en la Universidad de Oriente, para su generalización por los productores agrícolas, las entidades de almacenamientos de productos alimenticios y áreas de entradas de alimentos de origen vegetal. Con el fin de incrementar la preparación para prevenir el ingreso, establecimiento y diseminación de plagas reglamentadas en Cuba; y así, minimizar daños a los cultivos, flora silvestre y productos vegetales, procurando lograr una constante mejora de la sanidad vegetal.

ISBN: 978-959-207-750-8



9 789592 077508



Ediciones UO