



Artículo Original

# PROTECT-IT como una alternativa de control natural en el desarrollo de la agricultura sostenible

## PROTECT-IT as an alternative of natural control in the development of sustainable agriculture

María de los A. Paneque Alemán<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-4893-1501>

### Historial del artículo

Recibido: 24 marzo 2019

Aceptado: 20 mayo 2019

<sup>1</sup>Ministerio de la Agricultura, Camagüey, Cuba.

Email:

[inspector3@dpf.cmg.minag.cu](mailto:inspector3@dpf.cmg.minag.cu)

Artículo de acceso abierto bajo licencia

Creative Commons Atribución No Comercial Compartir Igual (CC-BY-NC-SA) 4.0.



**Resumen:** El PROTECT-IT constituye un control natural para combatir diferentes plagas en la agricultura, además de que presenta otros usos. En esta investigación se fundamenta su importancia para el desarrollo de la agricultura sostenible desde un análisis de su importancia. Se proyectan experimentos para evidenciar su control natural en fitófagos de la familia Buchinae. Constituye el objetivo: Fundamentar la importancia del PROTECT-IT como una alternativa de control natural en el desarrollo de la agricultura sostenible. Se utilizaron métodos teóricos como análisis-síntesis e inducción-deducción y empíricos como observaciones. Se han obtenido resultados favorables con su aplicación.

**Palabras clave:** PROTECT-IT, control natural, plagas, agricultura sostenible.

**Abstract:** The PROTECT-IT is a natural control to fight different pests in agriculture, in addition to other uses. In this research, its importance for the development of sustainable agriculture is based on an analysis of its importance. Experiments are projected to demonstrate its natural control in phytophages of the Buchinae family. The objective is: To establish the importance of PROTECT-IT as an alternative to natural control in the development of sustainable agriculture. We used theoretical methods such as analysis-synthesis and induction-deduction and empirical observations. Favorable results have been obtained with its application.

**Keywords:** PROTECT-IT, natural control, pests, sustainable agriculture.

**Citación recomendada para este artículo:** Paneque Alemán, M. de los A. (2019). PROTECT-IT como una alternativa de control natural en el desarrollo de la agricultura sostenible. *Monteverdia*, 12 (1), pp. 34-41. Recuperado de: <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/monteverdia/2752>

### Introducción

La conservación y protección de los granos almacenados constituye una necesidad alimenticia, social y económica. Esta conservación se ve amenazada por los insectos que atacan los granos y sus productos. La presencia de insectos en granos almacenados trae como consecuencia la pérdida de su calidad tanto para consumo humano como para semilla. En el control de estos, ha sido necesario utilizar en forma intensiva, plaguicidas sintéticos lo cual trae como consecuencia el surgimiento de resistencia, acumulación en el ambiente e intoxicaciones.

Los mayores problemas de almacenamiento de granos, son los daños causados por las plagas de insectos que

deterioran y destruyen los alimentos. Expertos estiman que entre un 5% y un 10% de la producción de alimentos se pierden por causa de los insectos plagas. En Países del Tercer Mundo las pérdidas por plagas insectiles de post-cosecha pueden llegar al 50%. En Cuba se autorizó el uso de plaguicidas químicos con aplicaciones directas al grano, por los niveles de infestaciones que, en ocasiones, eran superiores al 80% (Pérez, 2015). Motivado por la calidad de los granos, las malas prácticas de manejos por la inexperiencia en el almacenamiento y las condiciones constructivas de los almacenes que no siempre fueron las mejores, entre otros aspectos. Trayendo consecuencias desfavorables para la salud del hombre, el medio ambiente y la economía de la empresa, además de que no siempre

mostraron y muestran un control totalmente eficaz de los insectos plagas, en ello como sabemos influyen aspectos subjetivos y objetivos por nuestra ubicación geográfica.

Los plaguicidas no son necesariamente venenos, pero pueden ser tóxicos para los humanos u otros animales. Su aplicación llegó a ser una práctica común como medida preventiva aun sin ningún ataque visible. Este método no sólo perjudica el medio ambiente, sino que a la larga es también ineficaz. Las especies de las plagas se han vuelto resistentes y difíciles o imposibles de controlar. En algunos casos se ha creado resistencia en los vectores principales de las enfermedades, o han surgido nuevas plagas agrícolas. En base a esta experiencia, los especialistas en la protección de cultivos han desarrollado un método más diversificado y duradero: manejo integrado de plagas.

Por el costo que ello implica, la gran mayoría de los agricultores dedicados a estos cultivos, no utilizan productos químicos por falta de recursos económicos y por los bajos rendimientos que obtienen en la agricultura; por lo que se torna obligada la búsqueda de métodos de control de plagas. Existen una serie de métodos de control alternativos que se caracterizan por ser de bajo costo, alta efectividad y factibles de realizar por pequeños agricultores.

En la agricultura se entiende como manejo integrado de plagas (MIP) o control integrado de plagas a una estrategia que usa una gran variedad de métodos complementarios: físicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales para el control de plagas. Estos métodos se aplican en tres etapas: prevención, observación y aplicación. Es un método ecológico que aspira a reducir o eliminar el uso de plaguicidas químicos y de minimizar el impacto al medio ambiente (Altieri, 2012). Se habla también de manejo ecológico de plagas (MEP) y de manejo natural de plagas.

El PROTECT-IT constituye la tierra de diatomeas reforzada y se compone de una combinación patentada, del compuesto tierra de diatomeas altamente insecticida y sílice amorfa manufacturada, la combinación es equilibrada, lo que incrementa la eficacia, las dosis indicadas para agregar a los granos afectados son menores que la de cualquier otro producto, además de tener una acción más efectiva, un costo menor que cualquier otro insecticida y que no provoca afectaciones al medio ambiente. PROTECT-IT puede ser aplicado sobre las superficies usando

ventiladores de aire comprimido, espolvoreadores de distintos tipos o la ventilación. Puede además aplicarse manualmente sobre los granos cuando se transportan para su almacenamiento.

En el área internacional han realizado investigaciones acerca del control de plagas con la utilización de tierra de diatomeas autores como: Akbar, Lord, Nechols, Howard (2014); Buenasiembra, (2015); Arnaud, Lang, Brostaux, Haubruge, (2015); Athanassiou & Kavallieratos, (2017). En el área nacional se destacan: Velázquez, Partida, Guerra y Caro, (2010); Corbea & Torrens (2014); Pérez (2015)

El desarrollo de la agricultura en Cuba a partir del manejo sostenible de las tierras, se plantea desde varios documentos que exponen directrices fundamentales, entre ellos se destacan Estrategia Nacional Ambiental (2016-2020), Actualización de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (Partido Comunista de Cuba, 2016) en el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba (2017), Estrategia Nacional de Manejo Sostenible de Tierras (2016-2020) donde entre sus acciones y programas para controlar, rehabilitar y revertir la degradación de tierras, la sequía y la desertificación se encuentra el control de plagas y enfermedades.

### **Materiales y métodos**

En la investigación, se aplicaron métodos propios del nivel teórico como análisis-síntesis, inducción-deducción y empíricos: análisis documental y observaciones.

### **Resultados y discusión**

*El PROTECT-IT como control natural y su influencia en la agricultura sostenible*

Hace aproximadamente 300 millones de años, trillones de una diminuta planta unicelular llamada diatomeas existía en los océanos. Ellas construían un pequeño caparazón alrededor, compuesta por los mismos silicatos que extraían del agua. Cuando las diatomeas morían este microscópico caparazón quedaba depositado en el fondo de los antiguos océanos. A través de las eras estos caparazones se fueron acumulando en depósitos, a veces formando espesores de miles de metros. Cuando las aguas de los océanos retrocedieron, estos depósitos fueron eventualmente cubiertos. Los caparazones se fosilizaron y comprimieron creando la tierra de diatomeas.

Debidamente molidos los esqueletos de las diatomeas se convierten en microscópicas agujas de silicio. Filosas y dañinas para los insectos, estas agujas son inofensivas para los humanos y otros animales de sangre caliente. Como una pequeña cuchilla, el fragmento de diatomea está siempre listo para interrumpir el proceso de vida de los insectos. El polvo de tierras de diatomea puede ser aplicado sin ningún aparato protector. Solamente se necesitará una máscara protectora si se respiran más de 20 millones de partículas cúbicas por pie cuadrado, como ocurre en los lugares de molienda de este material.

La idea de usar tierra para eliminar insectos no es nueva, ni fue desarrollada primero por el hombre. Pájaros y mamíferos han tomado por millones de años baños de tierra para librarse de insectos parásitos. Tampoco es moderna la idea de usar tierra de diatomea para el control de insectos. Los chinos usaban tierra de diatomea hace 4000 años. El principio fue retomado en el siglo XX, en Arizona, EEUU. Como insecticida mecánico, la tierra de diatomea es excelente para la protección de granos almacenados, semillas y legumbres.

En una evaluación realizada comparando cuatro polvos inertes, contra la eficiencia de Malathion (plaguicida químico), los investigadores del USDA (Unites State Department of Agriculture) informaron que los cuatro polvos inertes fueron superiores a la aplicación de Malathion 57%, siendo el polvo de diatomea el que protegió más eficientemente los granos ensayados (Kaczan, Arslan, Leslie, 2013).

El insecticida ecológico tierra de diatomeas puede ser usado en cualquier contenedor seco donde son transportados y/o almacenados granos y semillas, tales como: barriles, silos, elevadores, barcos, camiones, aviones, tambores, bodegas y contenedores. La tierra de diatomeas es en sí misma un insecticida natural. Estas minúsculas partículas-huecas y con carga eléctrica negativa-perforan los cuerpos queratinizados de los insectos de sangre fría, los cuales mueren por deshidratación. La diatomea está constituida de dióxido de silicio de restos fosilizados de algas diatomeas de agua dulce y salada. El silicio constituye cerca del 70 al 90% del total de los compuestos presentes en la diatomea, el resto son cantidades pequeñas de minerales como calcio, fósforo, azufre, níquel, zinc, manganeso, aluminio, hierro, magnesio, sodio y cal (Fields y Korunic, 2014).

Este control natural ha demostrado ser efectiva para el control de plagas de granos almacenados, evitando así el deterioro y pérdida del valor comercial de los mismos. La Tierra de Diatomeas (TD) provoca en los insectos, varios efectos entre ellos, Desgarradura de quitina en los pliegues de las articulaciones; Separación de los músculos de la valva traqueal; Perforación de las paredes de la tráquea; Deterioro mandibular por abrasión; Desgarradura del esófago; Separación de los músculos constructivos del sistema de Malpighi y absorción de la cera. La muerte de los insectos ocurre aproximadamente 12 horas después de haber tomado contacto con el producto. Se utiliza en una concentración del 0,6 % al 1 % (p/p) y ha mostrado un efecto protector de entre 7 y 12 meses respectivamente (Korunic, 2013).

La tierra de diatomeas es extremadamente estable y no produce ni genera residuos químicos tóxicos. Su ingestión no resulta tóxica para los mamíferos y cuando llega a fuentes de aguas, no resulta tóxica para peces. Es suficientemente segura para ser utilizada en una gran variedad de alimentos y de productos sanitarios para humanos, tales como pastas dentales, talcos infantiles y edulcorantes artificiales. También se emplea en muchas aplicaciones industriales como filtros y clarificantes en la industria de alimentos y bebidas, compuestos desodorizantes y moldes dentales.

La Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA) y sus Documentos de Elegibilidad de Registro (RED) desde septiembre de 1991, describe la Tierra de Diatomeas como dióxido de silicio amorfo con modo de acción para el control de insectos. Tiene una toxicidad de baja a moderada (Categoría III) y no está asociada con la silicosis. De acuerdo con la Agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) el dióxido de silicio amorfo, (tierra de diatomeas), pertenece al grupo 3 (No carcinogénico).

Debido a su toxicidad despreciable, a la tierra de diatomeas se exime del requisito legal de tolerancia de límite de residuos, cuando se aplica a cultivos en crecimiento, a facilidades agrícolas después de la cosecha, a animales y en las áreas de procesamiento y almacenaje de alimentos humanos y animal. El dióxido de silicio amorfo, es Generalmente Reconocido como Seguro (GRAS) y está registrado en la mayoría de los Países como aditivo alimentario. La EPA concluye que los riesgos para la salud humana debidos a exposición a tierra de diatomeas son bajos e imposibles de medir y

con muy baja tendencia a la reacción química con cualquier otra sustancia del medio ambiente, no existiendo evidencias que sugiera que su empleo como plaguicida, conforme al etiquetado aprobado, represente un peligro para los organismos a los que no está destinado.

Otro aspecto importante de destacar, es que la tierra de diatomeas además de su acción insecticida aporta nutrientes; esto ocurre porque su composición es óptima en diferentes minerales como aluminio, antimonio, bario, berilio, cadmio, calcio, cobalto, cobre, estaño, estroncio, fósforo, hierro, manganeso, magnesio, mercurio, níquel, plomo, plata, potasio, sílice, sodio, talio, telurio, titanio, uranio, vanadio, wólfram, y zinc, entre otros, elementos que tienen incidencia en el metabolismo de los tejidos por lo general estas sustancias son escasas en terrenos poco fértiles o exangües.

Este control natural tiene varios campos de aplicación entre los cuales se encuentran la eliminación de insectos en el hogar, cultivos protegidos, jardines y granos almacenados. Su registro se realiza en el Centro de Plaguicidas de Cuba en el año 2016, pero no es hasta finales de 2017 que se han realizado las primeras importaciones, imponiéndose por ello la conveniencia de una adecuada capacitación relacionada con los diferentes usos del control natural PROTECT-IT, en las cuales participen las entidades interesadas.

El modo de acción es diferente al de los plaguicidas químicos, los cuales por lo general son toxinas neurales, mientras que PROTECT-IT 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. En Cuba se almacena y/o procesa granos y sus derivados de producción nacional y/o nacionalizados en cantidades significativas, cuya conservación e inocuidad es responsabilidad de sus propietarios y sobre los cuales el sistema de sanidad vegetal cubano tiene la función estatal de realizar la vigilancia fitosanitaria a través de procedimientos específicos aprobados y puestos en vigor por el Ministerio de la Agricultura. Este plaguicida orgánico también contribuye a la conservación de la semilla.

En la actualidad se aplica en el tratamiento estructural de trigo, arroz, maní, descascarado y otras nueces, cebada, avena, centeno, maíz, sorgo, frijoles, guisantes, mezclas para aves, semillas de girasoles, graneros,

silos, depósitos, almacenaje plano, portadores a granel, molinos de harina, almacenes, medios de transportes (terrestres y marítimos) y en centros donde se procesan alimentos. Muy práctico para controlar infestaciones residuales en hendiduras estructurales. Puede aplicarse de manera manual en pequeña escala o en granjas, constituye el insecticida natural de tierra de diatomeas mayor investigado del mundo, ha tenido pruebas de campo en Europa, Asia, África y Norteamérica.

El compuesto tierra de diatomeas es un insecticida que al espolvorearlo en seco o pulverizado en agua sobre los cultivos se convierte en una importante barrera natural contra insectos, ácaros y otras plagas de los cultivos tales como:

- Arácnidos: (Arachnida). Plagas comunes de frutales, hortalizas y plantas de jardín. Alacranes.
- Babosas: (*Limax sp.*) y Caracoles (Gastropoda). Plagas importantes en huertas y jardines.
- Hormigas: Todo tipo de hormigas (Formicidae).
- Cucarachas: Todo tipo de cucarachas (orden Blattodea).
- Vinchucas, (*Trypanosoma cruzi* Chagas, 1909): Insecto que se aloja en viviendas y contagia Mal de Chagas a humanos y animales.
- Barrenador del maíz: (*Diatraea sp.*). Del maíz y otros cultivos como tabaco, algodón, papa y tomate.
- Carpocapsa (*Cydia pomonella* Linnaeus, 1758) y grafolita (*Cydia molesta* Linnaeus, 1758). De frutales pera, manzana.
- Chinche verde: (*Nezara viridula* Linnaeus, 1758). Hemíptero que ataca la alfalfa, canola, papa, frutilla, frutales, etc.
- Isoca medidora e isoca bolillera (larvas de escarabajos del género *Diloboderus*). Afectan al trigo, el maíz, el sorgo y el girasol.
- Gusanos cortadores del lino (orugas de la familia Noctuidae).
- Cochinillas: (Coccidae). Importante plaga del olivo y otros frutales.
- Gorgojos: (Curculionidae). Insectos que atacan al algodón y los granos almacenados.
- Moscas blancas (Aleyrodidae) y Trips (*Thysanoptera sp.*). Algunos conocidos como plagas importantes de las plantas que se crían en los invernáculos.
- Oruga de los pantanos: (*Helicoverpa sea* Boddie, 1850). Mariposa que ataca varias especies de pastos (gramíneas).
- Polilla del Tomate: (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917).

Insecto causa importante baja de rendimiento en los cultivos.

- Pulgones: (Aphididae). Toda clase de "pulgones".
- Gorgojo del Arroz (*Sithophilus orizae* Motschulsky, 1855).
- Gorgojo del Maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855) y la Carcoma dentada de los granos (*Orizaephilus surinamensis* Linnaeus, 1758).
- La cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa, 1829). Ataca las plantas del género *Opuntia*.
- En vid se obtienen excelentes resultados aplicado en pre-cierre de racimo. Previene infecciones por hongos del género *Botrytis* y microheridas producidas por ramaleo, lluvias intensas, granizo.
- El nemátodo del ajo (*Ditylenchus dipsaci* Kuhn, 1857) Constituye una microscópica plaga, que permanece en letargo por diez años en la tierra.

Dentro de la bibliografía consultada, no se pudo hallar referencias a su aplicación para la protección específica de granos de *Phaseolus vulgaris* L., uno de los cultivos de mayor demanda en Cuba. No obstante, el compuesto tierra de diatomeas como insecticida ha demostrado ser muy efectivo para el control de gusanos y gorgojos en los granos y semillas almacenados, evitando así el deterioro y pérdida del valor comercial de los mismos (Corbea & Torrens, 2014).

La muerte de los insectos ocurre aproximadamente 12 horas después de haber tomado contacto con el producto. Por su alto poder higroscópico absorbe la humedad presente en granos o en silos, previniendo la formación de hongos patógenos.

Su efecto insecticida, controla durante 9 a 11 meses todo tipo de plagas que atacan los granos, ya sea dentro como fuera del silo.

Posee gran poder deshidratante, bactericida y desodorante. Trabaja como insecticida mecánico para el tratamiento del guano y estiércol y facilita su manejo. Mejora el hábitat favoreciendo el buen estado de salud de animales de granja como vacas, aves de corral, cabras, cerdos, caballos, ovejas entre otros.

#### Otros usos el PROTECT-IT

- Aplicado sobre las heces semanalmente ayuda al control de moscas.
- Elimina olores y bacterias.
- Control de derrames, absorbe todo tipo de líquidos por contacto directo.
- Transforma líquidos en sólidos (Combustibles,

Aceites, Ácidos, Humedad) encapsulándolos y facilitando su manipuleo ofreciendo máxima seguridad al personal operativo.

- Absorbente, Desodorante, Insecticida. Acelera el proceso de compostaje de los residuos orgánicos.
- Por su poder absorbente y desodorante es también muy indicado para espolvorear en depósitos de basura y/o elementos que despidan olor fétido.

Forma de aplicación: espolvorear sobre el piso y superficies horizontales entre 500 y 700 g de tierra de diatomeas absorbente por cada 50 m. Para una mejor desinfección, se recomienda complementar con pulverización de tierra de diatomeas insecticida en techos, paredes, rincones, mesadas, etc. de las instalaciones con una dispersión en agua al 2%.

La tierra de diatomeas por su alto contenido de nutrientes es la mejor alternativa para el logro de objetivos productivos evitando el uso de sustancias tóxicas.

Como complemento dietario:

- Sirve como suplemento mineral. Aporta Silicio, Manganeso, Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre y Sodio.
- Aumenta la digestibilidad de los alimentos promoviendo el aumento de peso del animal.
- Mejora el valor nutritivo del alimento, y por lo tanto menor cantidad de material de desecho pasa a través del intestino.
- Causa una notable mejora en el estado sanitario de los animales, esto asociado con la ausencia de parásitos intestinales.
- Antiparasitario.
- Secuestrador de microtoxinas a nivel intestinal.
- Antidiarreico.
- Reduce mortandad de la población animal.
- Elimina vapores amoniacales, lo que reduce malos olores.
- Mejor manejo del guano.
- Como fertilizante mineral con micronutrientes, corrector de PH y recuperador de fertilidad de suelos.
- Suministrar al suelo minerales ricos en Silicio. Este compuesto refuerza las hojas y los tallos, mejora la fotosíntesis, reduce la evaporación de agua, controla el desarrollo del sistema radicular, la asimilación y distribución de nutrientes minerales, incrementa la resistencia de la planta al estrés.
- Genera una autoprotección contra enfermedades causadas por hongos y bacterias, el ataque de insectos y ácaros.

- Mejora la estructura del suelo e incrementa la fertilidad para futuras siembras.
- Mejora la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Hierro y Zinc.
- Acelera la degradación de la materia orgánica.
- Incrementa la resistencia del suelo contra la erosión (viento y agua) y aumenta la masa de raíces.
- Estimula el amacoyamiento (Mayor número de tallos por semillas).
- Mejora la sanidad, calidad y durabilidad del grano post-cosecha.
- Regula el PH del suelo.

Los diferentes usos de la Tierra de diatomeas ponen de manifiesto su importancia en el desarrollo de la agricultura sostenible, afirmación que se evidencia al realizar un análisis de su definición (Coria, Vázquez, & Muñoz, 2014).

En este sentido, es preciso recordar que de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD), más conocida por la Comisión Brundtland, se origina en 1987 el informe Brundtland, titulado “Nuestro Futuro Común”, que vinculaba los problemas ambientales con la economía internacional y sobre todo con los modelos de desarrollo. A partir de esta visión, el informe establece una propuesta de acción ante el problema ambiental, planteándose así el concepto de Desarrollo Sostenible.

Entendiéndose, que el desarrollo sostenible es aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las de las futuras, atendiendo al equilibrio social y ecológico y prioritariamente a las necesidades de los más pobres (Fernández, 2012). Ello supone que el concepto de Desarrollo Sostenible mantenga un profundo equilibrio de los tres factores interrelacionados para su consecución: económico, social y ambiental.

Desde esta perspectiva se precisa que la agricultura sostenible debe garantizar la seguridad alimentaria mundial, promover ecosistemas saludables y apoyar la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales. Para ser sostenible, la agricultura debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras de sus productos y servicios, garantizando al mismo tiempo la rentabilidad, la salud del medio ambiente y la equidad social y económica (Preissler, 2015).

Para satisfacer la creciente demanda de alimentos de

los más de 9 000 millones de personas que poblarán el planeta en 2050, teniendo también en cuenta sus probables cambios dietéticos, será necesario aumentar la producción de alimentos a escala mundial en 60 por ciento, mientras que los países en desarrollo deberán aumentar la producción en 100 por ciento.

Para la realización del diseño experimental en la evaluación del PROTECT-IT como control natural en *Phaseolus vulgaris* L. se propone la selección de una muestra superior a las 50 plantas infectadas por los insectos *Bruchus pisorum* Linnaeus, 1758 y *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831, bajo el presupuesto hipotético de que dadas las características morfofisiológicas de estos agentes patógenos, coincidentes con las de varios de los que refiere la bibliografía, que pueden ser controlados con PROTECT-IT, este producto tendrá un efecto similar propiciando la protección de los cultivos de *P. vulgaris* L., de alta demanda para la alimentación humana en Cuba.

#### *Experimentos en condiciones in vitro*

1. Acción antagónica de PROTECT-IT para el control de *Bruchus pisorum* Linnaeus, 1758 y *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 durante la poscosecha y conservación de *Phaseolus vulgaris* L. in vitro.
2. Comparación del efecto de PROTECT-IT para el control de *Bruchus pisorum* Linnaeus, 1758 y *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 respecto al producto químico Actellic, en laboratorios bajo condiciones *in vitro* y bajo condiciones in vivo.
3. Valoración de las dosis efectivas mediante la aplicación de aumentos graduales en las dosis de PROTECT-IT sobre *Phaseolus vulgaris* L. afectados con *Bruchus pisorum* Linnaeus, 1758 y *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831.
4. Evaluación de la actividad natural de PROTECT-IT para el control de *Bruchus pisorum* Linnaeus, 1758 y *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 en condiciones controladas en laboratorios.

#### *Experimentos en condiciones de campo*

1. Monitoreo de diferentes lotes de *Phaseolus vulgaris* L. para identificar el grado de infestación (se realiza mensualmente a los 30, 60, 90 y 120 días), teniendo en cuenta la trazabilidad de la mercancía y el nivel de infestación de *Bruchus pisorum* Linnaeus, 1758 y *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831.
2. Monitoreo del efecto de dosis diferentes de

PROTECT-IT y Actellic de acuerdo al grado de infestación en *Phaseolus vulgaris* L. de producción nacional en diferentes localidades en la planta de beneficio de semilla del municipio de Camagüey.

3. Aumento gradual de dosis de PROTECT-IT de acuerdo al grado de infestación de *Bruchus pisorum* Linnaeus, 1758 y *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 en parcelas cultivadas para la producción local de semillas de *Phaseolus vulgaris* L.

*Algunos requerimientos a considerar para los experimentos:*

- Se realizarán evaluaciones de incidencia, severidad e intensidad de PROTECT-IT sobre *Bruchus pisorum* Linnaeus, 1758 y *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 en *Phaseolus vulgaris* L. teniendo en cuenta las condiciones climáticas (humedad relativa y temperatura).
- Los locales deberán establecerse a temperatura ambiente.
- Se recomienda una masa promedio para las muestras de 230 gramos, en tarrinas preparadas al efecto, y emplear la variedad CU156 de frijol negro.
- Los insectos a empelar para la inoculación deberán ser criados en laboratorio para garantizar su calidad.
- Se realizarán por cada tratamiento 10 repeticiones con la aplicación de las dosis seleccionadas, determinando la mortalidad para cada caso.
- Se realizarán evaluaciones a los 30, 60, 90 120 días, contando la cantidad de insectos muertos.
- Los datos obtenidos se procesarán mediante análisis de varianza univariante con un diseño completamente aleatorizado para una significación del 5 % a partir de la prueba de Duncan del paquete estadístico (SPSS versión 11.5).
- En el tercer experimento de laboratorio se trabajará con temperaturas por encima de los 33 grados y diferentes dosis de PROTECT-IT para ello se utiliza la estufa del LPSV y se realizarán las evaluaciones a los 30, 60, 90 y 120 días con un diseño completamente aleatorizado determinado la mortalidad de los insectos mediante s conteo directo.
- En el primer experimento en el campo, se muestrean diferentes lotes de *P. vulgaris* L. (frijol negro variedad Cul 156) catalogándolos según el grado de infestación.
- Se espera que a partir del tratamiento de PROTECT-IT realizado a las plantas de *Phaseolus vulgaris* L. disminuya el grado de infestación de *Bruchus pisorum* Linnaeus, 1758 y *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831, quedando demostrada la efectividad de este control

natural.

## Conclusiones

El PROTECT-IT es un control natural a través del cual se combaten diversas plagas y proporciona ganancias en la agricultura, además de que presenta otros usos que lo hacen considerar un producto muy demandado. En esta investigación se presenta como control natural de insectos de la subfamilia Bruchinae que afectan en los cultivos cubanos a *Phaseolus vulgaris* L (frijoles negros), aplicación sobre la que no pudo constatarse antecedentes en la bibliografía, con la propuesta de varios experimentos para comprobar su efectividad en los plantaciones cubanas del importante grano.

## Recomendaciones

Se sugiere la ejecución de los experimentos propuestos, para enriquecer las evidencias científicas que permitan avalar el uso del PROTECT-IT en los cultivos cubanos de *Phaseolus vulgaris* L. Así mismo se propone evaluar la factibilidad de su aplicación para combatir otras plagas de cultivo.

## Financiamiento de la investigación

El desarrollo de esta investigación, se realiza bajo el auspicio de la Delegación Provincial del Ministerio de la Agricultura de Camagüey, Cuba.

## Contribución de los autores

Ingeniera María de los Ángeles Paneque: es la autora principal del artículo y ha aportado las ideas y diseñado los protocolos de los experimentos que se proponen, además de las búsquedas acerca de la importancia del PROTECT-IT.

## Conflictos de intereses

No existen conflictos de interés.

## Ética

Los experimentos sugeridos para la evaluación del PROTECT-IT, se diseñaron considerando las normativas éticas establecidas para estas prácticas. Se ha respetado la autoría de todos los fundamentos sistematizados en el artículo.

## Referencias

Arnaud, L.; Lang, H.T.T.; Brostaux, Y.; Haubruge, E. (2015) Efficacy of diatomaceous earth formulations admixed with grain against populations of *Tribolium castaneum*. *J. of Stored Prod. Res.* 41 (2), 121-130.

- Athanassiou, C.G. & Kavallieratos, Y.Z. (2017). Evaluation of two new diatomaceous earth formulations, enhanced with abamectin and bitterbarkomycin, against four stored-grain beetle species. *J. of Stored Prod. Res.* 43(4), 468-473.
- Akbar, W.; Lord, J.; Nechols, J.; Howard, W. (2014). Diatomaceous earth increases the efficacy of *Beauveria bassiana* against *Tribolium castaneum* larvae and increases conidia attachment. *J. Econ. Entomol.* 97 (2), 273-280.
- Buenasiembra, V. (2015). La tierra de Diatomeas usada en plantas, animales y personas. <http://buenasiembra.com.ar/ecologia/agricultura/diatomea-311.html>.
- Coria, V., Vázquez, I y Muñoz, H. (2014). Impacto de Tierra de Diatomeas sobre *Arceuthobium globosum* Hawksworth & Wiens subsp. *grandicaule* en *Pinus pseudostrobus* Lindl. *Revista Mex. Ciencia For*, 1(1), pp39-46.
- Corbea, O. & Torrens, A. (2014). Efectividad del PROTECT-IT (Polvo 90 %) producido por Hedley Technologies Inc. Canadá en el control de plagas Poscosecha en maíz almacenado a granel en silos metálicos refrigerados de la Posición "Cuba Libre" del Municipio "Pedro Betancourt". Tesis en Opción al Título de Máster en Dirección Agraria. Universidad de Santiago de Cuba. Santiago de Cuba
- Fernández, R. (2012). Agricultura sostenible y seguridad alimentaria. En: Congreso de Colombia Economía Verde. Bogotá: CIAT.
- Fields, A y Korunic, P. (2014). Efectividad de la Tierra de Diatomeas en el control de tres plagas de almacén. Tesis en Opción al grado de Maestro en Ciencias de la Producción Agrícola. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Kaczan, D.; Arslan, A.; Leslie, L. (2013): Climate-Smart Agriculture. A review of current practice of agroforestry and conservation agriculture in Malawi and Zambia. ESA Working Paper (13- 07).
- Korunic, Z. (2013). Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research.* 34: (2/3) 87-97.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2016). Estrategia Nacional Ambiental 2016-2020. La Habana, Cuba: Autor.
- Ministerio de la Agricultura. (2016). Estrategia Nacional de Manejo Sostenible de Tierras (2016-2020). La Habana, Cuba: Autor.
- Partido Comunista de Cuba. (2017). Actualización de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. En: Documentos del 7mo Congreso del Partido aprobados por el III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo del 2017 y respaldados por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio de 2017. Tabloide (I). La Habana, Cuba: Autor.
- Pérez, C. (2015). Control Biológico de Insectos: un enfoque agroecológico. Ciencia y Tecnología, Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
- Pressler, R. (2015). Factores determinantes de una agricultura sostenible en el contexto de los pequeños agricultores. Postgraduate Studies on International Cooperation. Universidad de Berlín, Alemania.
- Velázquez, A; Partida, R; Guerra, L y Caro, M. (2010). Estrategias Biorracionales contra plagas de almacén y e impacto agrícola en Sinaloa, México. Universidad Autónoma de Sinaloa, México, Reunión de Estudiantes de Posgrado en Ciencias Agropecuarias.