

EFFECTIVIDAD DE PROTECT-IT® SOBRE *LASIODERMA SERRICORNE*
(F) EN TABACO SECO, MUNICIPIO PEDRO BETANCOURT.



Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Ciencias
Agrícolas.

Mención Sistemas Agroecológicos y Sostenibles de Producción

Autor: Ing. Jeanko Damier Astiazaraín Viciado

Tutor: Dr. C. Iraní Placeres Espinosa

PENSAMIENTO

“Ni el entusiasmo, ni la disciplina, ni el espíritu de sacrificio, ni el trabajo máximo, pueden concretarse en una gran obra si no hay también conocimientos teóricos donde asentarse.”



Ernesto Che Guevara

DEDICATORIA

- Dedico este trabajo a mis padres Onelia y Alberto que físicamente no están.
- A mis tres hijos, Sandra, Samuel y el otro bebé que está por nacer.
- A las madres de mis hijos, Danae y Yanaici.
- A mi familia, que me apoyado con el cuidado de mi tía Elida, en especial Esther Pura y Alcaño.
- A mis hermanos María del Carmen, Mercedes, Oslay A, Alberto A. Hernández y Alberto A. Cabrera.
- A mis primos en espacial a Roniel.
- A mis sobrinos.
- A todos los compañeros del Sistema de Sanidad Vegetal, que son mi segunda familia.

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco la comprensión, amor y paciencia de mis hijos y mi tía.
- A las madres de mis hijos Danae y Yanaici, por cubrir la ausencia de Papá en momentos importantes
- A mis tíos Alcaño, Purita y mis hermanos
- A los profesores que contribuyeron en la adquisición de conocimientos durante toda mi enseñanza, y en específico a los que conforman la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas, por darme esta oportunidad en condiciones tan difíciles, de alcanzar esta meta. Este prestigioso claustro de profesores me permitió reforzar valores como humanismo, humildad, sencillez y profesionalidad ante el trabajo en especial: Dr. C. Iraní Placeres Espinosa, Dr. C. Ramón Liriano González, M. Sc. Lenia Robledo Ortega, Dr. C. Sergio L. Rodríguez Jiménez, Dr. C. Leonel Marrero Artabe, Dr. C. Enildo O. Abreu Cruz, M. Sc. Jorge Luis Álvarez Marques y M. Sc. Roberto Domech).
- A la Revolución y sus líderes históricos

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar la efectividad de PROTECT-IT® sobre el control *Lasioderma serricorne* (F) en la poscosecha de tabaco seco, para lo cual se realizó un experimento en la Unidad Empresarial de Base (UEB) MP2 Navajas, perteneciente a la Empresa de Acopio y Beneficio del Tabaco Matanzas, del Grupo TABACUBA. Se estudiaron tres tratamientos (Control y Tierra diatomea [PROTECT-IT®] a una dosis de 3 y 5 g/m³). Los datos de porcentaje fueron transformados a $\sqrt{P+1}$, para garantizar la normalidad de los datos. Se realizó un análisis de varianza y se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan, a fin de comprobar el nivel de significación para $p \leq 0,05$; mediante el paquete profesional estadístico Statgraphics, versión 5.1. Se realizó un monitoreo y diagnóstico de las plagas insectiles encontradas *insitu*, se llevó a cabo la reproducción masiva de *Lasioderma serricorne* (F) y se evaluó de la efectividad de la aplicación de tierra diatomea. La aplicación de tierra diatomea (PROTECT-IT®) a una dosis de 5 g/m³ resultó el mejor comportamiento con 473 (58,97%) del total de insectos controlados. La mayor efectividad de tierra diatomea (PROTECT-IT®) sobre *Lasioderma serricorne* (F) en la poscosecha de tabaco seco, se alcanzó entre los 45 y 90 días después de la aplicación. Las estructuras concreto y concreto encalado muestran los mayores valores de efectividad en el tratamiento en que se aplicó tierra diatomea (PROTECT-IT®) a 5 g/m³.

ABSTRACT

The present work was developed with the objective of determining the effectiveness of PROTECT-IT® on the control *Lasioderma serricornis* (F) in the postharvest of dry tobacco, for which an experiment was carried out in the Unidad Empresarial de Base (UEB) MP2 Navajas, belonging to the Matanzas Tobacco Collection and Processing Company, of the TABACUBA Group. Three treatments were studied (Control and Diatomaceous earth [PROTECT-IT®] at a dose of 3 and 5 g/m³). The percentage data were transformed to $\sqrt{P+1}$, to guarantee the normality of the data. An analysis of variance was performed and Duncan's multiple comparison test was applied in order to check the level of significance for $p \leq 0.05$; using the professional statistical package Statgraphics, version 5.1. A monitoring and diagnosis of the insect pests found in situ was carried out, the massive reproduction of *Lasioderma serricornis* (F) was carried out and the effectiveness of the application of diatomaceous earth was evaluated. The application of diatomaceous earth (PROTECT-IT®) at a dose of 5 g/m³ resulted in the best behavior with 473 (58,97%) of the total insects controlled. The greatest effectiveness of diatomaceous earth (PROTECT-IT®) on *Lasioderma serricornis* (F) in dry tobacco postharvest was reached between 45 and 90 days after application. The concrete and limed concrete structures show the highest values of effectiveness in the treatment in which diatomaceous earth (PROTECT-IT®) was applied at 5 g/m³.

Glosario de términos

TD	Tierra diatomea
%	Por ciento
MIP	Manejo Integrado de Plagas
LAPROSAV	Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal
LOPA	Listado Oficial de Plaguicidas Autorizados
UEB	Unidad Empresarial de Base
IIAT	Insectos inoculados antes del tratamiento
IIDT	Insectos inoculados después del tratamiento
DDA	Días después de la aplicación
Efec	Efectividad de tratamiento
FE	Fecha de evaluación de los tratamientos
mm	Milímetro
cm	Centímetros
d	Días
ppm	Partes por millón
pH	Potencial hidrógeno
m.s.n.m	Metros sobre nivel del mar
EE	Error estándar
EUA	Estados Unidos de América
FAO	Food and Agriculture Organization
g	Gramo
m ³	Metro cubico
kg	Kilogramo
L	Litro
mL	Mililitro
m	Metro
°C	Grados Celsius
P	Probabilidad
t	Toneladas

ÍNDICE	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Cultivo del tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i> L).	4
2.1.1 Origen y evolución.	4
2.1.2 Contexto actual de la producción de tabaco a nivel mundial y en Cuba.	5
2.1.3 Clasificación y descripción botánica.	8
2.1.3.1 Clasificación botánica	8
2.1.3.2 Descripción botánica	8
2.2 Características de las casas de cura de tabaco.	10
2.3 <i>Lasioderma serricorne</i> (F). Generalidades.	10
2.3.1 Taxonomía	11
2.3.2 Características morfológicas de <i>Lasioderma serricorne</i> (F)	12
2.3.3 Ecología y ciclo de vida.	15
2.3.4 Control de <i>Lasioderma serricorne</i> (F.)	16
2.4 Tierra diatomea. Características y composición.	19
2.4.1 Actividad insecticida de la tierra diatomea.	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 Localización del experimento.	22
3.2 Determinación de variables climáticas en las instalaciones	23
3.3 Monitoreo y diagnóstico de las plagas insectiles encontradas <i>insitu</i> .	24
3.4 Reproducción masiva de <i>L. serricorne</i> (F).	25
3.5 Tratamientos estudiados.	26
3.6 Evaluación de la efectividad de la aplicación de tierra diatomea.	26
3.7 Análisis estadístico.	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1 Monitoreo y diagnóstico de las plagas insectiles encontradas <i>insitu</i> .	28
4.1.1 Monitoreo	28
4.1.2 Diagnóstico	30
4.2 Evaluación de la efectividad de la aplicación de tierra diatomea.	31
4.2.1 Efectividad de la dosis de aplicación de tierra diatomea (PROTECT-IT®)	31

4.2.2 Valoración del momento de aplicación del PROTECT-IT® sobre <i>L. serricorne</i> (F) en la postcosecha de tabaco seco.	34
4.2.3 Influencia de las estructuras constructivas en la efectividad de tierra diatomea (PROTECT-IT®)	37
4.3 Valoración económica.	38
V. CONCLUSIONES	40
VI. RECOMENDACIONES	41
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la presencia de plagas en granos almacenados representa millonarias pérdidas, por el deterioro en el peso, calidad comercial o sanidad (Krischik y Burkholder, 1997; citado por Domínguez y Marrero, 2010). Se estima que la pérdida entre 5 al 10% de la producción mundial, y que son más de 1 006 especies de insectos identificados como plagas de granos almacenados; de ellos, los coleópteros son los más importantes, con aproximadamente 600 especies asociadas (Oliveira *et al.*, 2003; citado por Domínguez y Marrero, 2010).

En Cuba, con el triunfo de la Revolución, se reorganiza la industria tabaquera y se suma al progreso de las marcas y la calidad de los cigarros, convirtiéndose en una fuente de empleo al participar unas 20 empresas estatales y el resto en formas de propiedad cooperativa o privada, en las que están integradas en cada campaña alrededor de 200 000 personas.

La campaña tabacalera 2017-2018 tuvo resultados alentadores, aunque para nada satisfechos. Logramos producir el pasado año unos 300 millones de tabacos torcidos a mano, casi 100 millones de ellos con destino a la exportación; más de 130 millones de tabacos torcidos a máquina y 14 000 millones de cigarrillos. Estas cifras dan la medida de la capacidad industrial y humana que tenemos.

Las ventas por exportaciones llegaron casi a 260 millones de dólares y los ingresos al país superaron los 250 millones de USD.

Hay que señalar que nuestro sistema depende de otras industrias del país como las de envases, la litográfica y la de productos químicos, así como de las de fertilizantes y plaguicidas, que deben igualmente desarrollarse para integrarse de manera más eficiente al aseguramiento de las producciones tabacaleras cubanas y otras ramas (Nusa, 2019).

Poseer un sistema de manejo integrado de plagas armonizado donde se combinen todos los métodos de control, permite obtener producciones óptimas para su consumo, almacenamiento y comercialización. El método de control químico es el más utilizado en el caso de Cuba para el control de *Lasioderma serricorne* (F) en las casas de cura de tabaco seco con el empleo de fosfuro de aluminio y pirimifos-metilo conocido con el nombre comercial Artellic CE 50, este último al transcurrir el tiempo, pudiera ocasionar

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

cierto nivel de tolerancia de la plaga, además de constituir un riesgo a la salud y al medio ambiente, por los gases que generan.

La agricultura requiere de nuevas alternativas, dentro de las que se puede mencionar, el empleo de sustancia abrasivas, ya que es una práctica muy antigua utilizada por la industria agrícola-ganadera, en aplicación directa sobre la piel como acaricida, en posturas y granos, para combatir moscas, gusanos y escarabajos (Smith, 1995; Patrican y Allan, 1995; Korunic y Mackay, 2000; citado por Suárez, 2003).

En el año 2015 en Cuba se aprueba y autoriza el empleo de PROTECT-IT® en polvo al 90% o también conocido con el nombre comercial de tierra diatomea, en el nuevo listado oficial de plaguicidas autorizados de la República de Cuba solamente para el control de insectos de plagas poscosecha en granos y sus derivados almacenados a granel, con excelentes resultados, en un trabajo que se realizó en la Posición de Silo Metálico Refrigerado "Cuba Libre", en el municipio de Pedro Betancourt, provincia de Matanzas. Debido a que su modo de acción de forma general consiste en perforar el cuerpo queratinizado de los insectos, estos mueren por deshidratación al perder parte de los fluidos corporales, se consideró extender su uso para el control de *Lasioderma serricorne* (F) que afecta específicamente al tabaco durante el proceso de cura y beneficio.

Por tales razones nos propusimos elegir la Unidad Empresarial de Base (UEB) MP2 Navajas perteneciente a la Empresa de Acopio y Beneficio del Tabaco en Matanzas, que según sus datos históricos evidencia la presencia de la plaga *Lasioderma serricorne* (F) y existen las condiciones climáticas que permite el desarrollo del cultivo poscosecha como hospedante.

Lasioderma serricorne (F) es un organismo nocivo que afecta al cultivo desde su estadio de larva hasta adulto provocando galerías en toda la hoja, lo que reduce el objetivo comercial de la producción terminada. Por tal motivo contar con alternativas que permitan llevar a cabo un eficiente manejo integrado de plagas puede hacer reducir las pérdidas económicas, así como facilitar el comercio, incluso como rubro exportable.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

A partir de lo antes expuesto se define el siguiente **problema científico**:

La no utilización de sustancias abrasivas como alternativa de control de *Lasioderma serricorne* (F) en la poscosecha del cultivo del tabaco.

Para la solución del problema científico se plantea como **hipótesis general de investigación**:

La utilización de sustancias abrasivas como PROTECT-IT®, podría constituir una alternativa de control de *Lasioderma serricorne* (F) en la poscosecha del cultivo del tabaco.

En correspondencia con la hipótesis de la investigación planteada, se definió como **objetivo general**:

Determinar la efectividad de PROTECT-IT® sobre el control *Lasioderma serricorne* (F) en la poscosecha de tabaco seco.

Objetivo específicos:

- Determinar la efectividad de las dosis de PROTECT-IT® a 3 y 5 g/m³.
- Evaluar el momento de aplicación del PROTECT-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en la poscosecha de tabaco seco.
- Estudiar la influencia de las estructuras constructivas utilizadas en las casas de cura y beneficio del tabaco seco en el municipio “Pedro Betancourt”, en la efectividad de PROTECT-IT®.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L).

2.1.1 Origen y evolución.

El tabaco es una planta oriunda de la región sur del continente americano. Como se conoce desde tiempos remotos los indios americanos hicieron múltiples usos de tabaco como la utilización en México por los aztecas, mayas e Incas en el Siglo X los cuales cultivaban para fumar, comer, mascar, aspirar, y beber; así como también su utilización en la medicina, en pinturas, píldoras, cosméticos, en ritos religiosos y nupciales, desempeñado un amplio papel en la cultura del viejo y nuevo mundo (Núñez, 1994).

En tal sentido León *et al.* (2020) exponen que el tabaco es una planta originaria de la región tropical de América, situada en la zona Andina entre Perú y Ecuador, los primeros cultivos tuvieron lugar 5 000 o 3 000 años A. C. El consumo de tabaco estaba extendido por todo el continente cuando fue colonizado y muchos de sus usos en la zona correspondían, principalmente, a fumar, pero también se usaba para aspirar por la nariz como rapé; de igual forma, el tabaco se masticaba, se comía, se lamía, se bebía, se untaba sobre el cuerpo, se usaba para gotas de los ojos y en enemas.

Llerena (2008) citado por Castellon (2014) señala que en 1510, Francisco Hernández de Toledo trasladó la semilla a España, 50 años después lo introdujo en Francia el diplomático Jean Nicot, quien denominó a la planta con el nombre genérico Nicotiana. En 1585 fue llevada a Inglaterra por el navegante Sir Francis Drake y el explorador inglés Sir Walter Raleigh. El nuevo producto se difundió rápidamente por Europa y Rusia y en el siglo XVII llegó a China, Japón y la costa occidental de África.

Rivero (1964) señaló que en el período comprendido entre 1878 y 1889 se inició en Cuba una gran carrera por la industria del torcido. En 1886 la fábrica de tabacos “Cabañas” contaba con más de 2 000 tabaqueros y de 1882 a 1889 se inscribieron en el registro mercantil 224 marcas de tabaco, cuyos nombres comenzaban en la mayoría de los casos con Flor o de la Flor por ejemplo “Flor de tabacos de Partagás”, “Flor de Corajo”, “Flor de Tumbadero”, “Flor de Remates”, “La Flor de La Habana”, entre otros.

La producción de tabaco cubano continuó su auge y llega a ser uno de los renglones más importantes para el país en la última década del siglo XIX, así como en las primeras décadas del siglo XX, cuando se producen grandes volúmenes de tabaco

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

torcido y cigarrillo, tanto para el consumo nacional como para la exportación, resultando 1906 un año de récord en la producción de torcido para la exportación con 257,8 millones de unidades. En ese mismo año se producen 196,1 millones de unidades para el consumo nacional, para un total de 453,9 millones. Es un valor alto, pero no es hasta 1920 que tiene lugar el récord histórico de producción de puros, con 613,8 millones, de los cuales 463,4 fueron de consumo nacional (Ministerio de la Agricultura [MINAG], 1999).

La zona más famosa de Cuba por el tabaco es la de Vuelta Abajo, un territorio relativamente reducido alrededor de las poblaciones de San Luís y San Juan y Martínez, en la parte más occidental de Pinar del Río, sin menospreciar el tabaco de la región central de Cuba por su fortaleza y aroma característicos (Rodríguez, 2012).

2.1.2 Contexto actual de la producción de tabaco a nivel mundial y en Cuba.

La producción mundial de tabaco en 2002-2003 fue de aproximadamente 6,20 millones de toneladas sobre una superficie total cultivada de 3,9 millones de hectáreas (Gato, 2008). China es el primer país productor con el 37% del volumen total mundial. Le siguen India (10%), Brasil (9%), E.U.A (6%), Indonesia (2,5%) y Turquía (2,5%). Argentina participa con el 2% de la producción mundial (Medina, 2010).

Su crecimiento tuvo lugar casi totalmente en los países en desarrollo. Según las proyecciones, la producción mundial llegará a más de 7,1 millones de toneladas en 2010, lo que representa un crecimiento anual del 0,35% (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2003).

Más de una centena de países de diversas latitudes, cultivan la famosa solanácea. Las variedades más importantes utilizadas con fines comerciales son dos, la llamada *Nicotiana tabacum*, y la conocida por *Nicotiana rústica*. Pero en realidad, los conocedores diferencian el tabaco más que por su distinción genética, por el tipo de curación a que se somete su hoja después de la cosecha, y en este sentido son cuatro los tipos principales: curado al cañón (Fluecured o Virginia), curado al aire (para tabaco negro y rubio de la clase Burley), curado al fuego (muy similar al Virginia), y curado al sol, característico del llamado tabaco oriental.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Además del curado, las peculiaridades del sabor y aroma de los distintos tipos de tabacos dependen del suelo y clima donde se desarrolle el cultivo y también de los cuidados culturales que se le otorguen.

En general son tres los tipos de tabacos más utilizados en el mercado internacional: el Virginia, el Burley y el Oriental, los cuales son destinados, mayoritariamente, a la producción de cigarrillos, que es el rubro de más amplio consumo del comercio del tabaco.

El tabaco cubano, mayoritariamente negro y de curado al aire, casi todo se destina al sector élite del mercado del tabaco, a su rubro de lujo, a la producción del tabaco premium (el puro cubano), de aroma y sabor inigualables, de calidad superior y también de precio elevado.

Si bien es cierto que la agricultura tabacalera se desarrolla en 13 de las 14 provincias del país, incluyendo el municipio especial Isla de la Juventud, en realidad en sólo tres de las provincias: Pinar del Río (58,9%); Villa Clara (11,8%) y Sancti Spíritus (11,8%), se cosecha más del 80% de la hoja del tabaco cubano (TABACUBA, 2001) citado por (Peña, 2000).

El tabaco cubano, el mejor del mundo y uno de los productos de exportación tradicional de Cuba, junto al azúcar y el ron, se consolida en el mercado mundial, en donde alcanzó ventas por primera vez de 500 millones de dólares a tipo de cambio constante, al cierre del 2017 (Nusa, 2018).

La industria tabacalera cubana ha mantenido una tradición que es una herencia legada por nuestro tronco ancestral aborigen de los indios taínos y también plantado y comercializado por todo el planeta. Son más de 500 años de historia que pesan mucho en la cultura e identidad del pueblo cubano.

La mayor de las Antillas, a no dudarlo, es la tierra del mejor tabaco del mundo, en donde curtidos hombres y mujeres elaboran totalmente a mano los afamados Habanos, como se conoce al producto final vendido en el mercado internacional.

De la campaña tabacalera 2018-2019, en cuya parte puramente agrícola participan más de 600 formas productivas, de ellas unas 20 empresas estatales y el resto en formas de propiedad cooperativa o privada, en las que están integradas en cada campaña alrededor de 200 000 personas.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

La campaña tabacalera 2017-2018 fue muy provechosa. Se obtuvieron más de 30 000 toneladas de tabaco, por segundo año consecutivo, lo que nos pone a tono con el Programa de Desarrollo tabacalero cubano hasta el año 2030 y las metas que nos habíamos propuesto (Nusa, 2019).

En el Programa de Desarrollo hasta el 2030 se prevé crecimientos en las hectáreas de producción, pero primero se necesita crear toda la infraestructura para poder beneficiar, procesar y almacenar ese tabaco, aunque están creadas las bases productivas.

El pasado año logramos producir unos 300 millones de tabacos torcidos a mano, de los cuales casi 100 millones se destinaron a la exportación; más de 130 millones de tabacos torcidos a máquina y 14 000 millones de cigarrillos. Estas cifras dan la medida de la capacidad industrial y humana que tenemos.

Las ventas por exportaciones llegaron casi a 260 millones de dólares y los ingresos al país superaron los 250 millones de USD (Nusa, 2019).

Hay que señalar que nuestro sistema depende de otras industrias del país como las de envases, la litográfica y la de productos químicos, así como de las de fertilizantes y plaguicidas, que deben igualmente desarrollarse para integrarse de manera más eficiente al aseguramiento de las producciones tabacaleras cubanas y otras ramas. Para asegurar el desarrollo de este sector se ejecutaron en el 2018 casi 60 millones de pesos en inversiones y las principales obras están dirigidas a mejorar precisamente la infraestructura y ampliar las capacidades industriales.

La inversión más importante es el proyecto de una nueva fábrica de cigarrillos en la Zona Especial de Desarrollo de Mariel, una empresa mixta con la compañía brasileña Souza Cruz, cuyo monto es superior a los 116 millones de dólares.

También se construyó una nueva fábrica de tabaco hecho a máquina en la provincia de Granma, que debe mejorar la calidad y disponibilidad del llamado tabaco de consumo nacional. La tercera dirección de las inversiones está dirigida a la etapa preindustrial, con importantes obras en despalillos, escogidas y almacenes de tabaco y la recuperación de otras instalaciones existentes (Nusa, 2019).

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

2.1.3 Clasificación y descripción botánica.

2.1.3.1 Clasificación botánica

La especie *Nicotiana tabacum* L. se clasifica según Mondragón (2005), citado por González (2018) como:

Reino: Plantae.

Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares).

Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas).

División: Magnoliophyta (plantas con flor)

Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas).

Subclase: Asteridae.

Orden: Solanales.

Familias: Solanáceas.

Género: *Nicotiana*.

Especie: *Nicotiana tabacum*

La Enciclopedia del Tabaco [TABACOPEDIA] (2010), citada por Barreiro (2020) plantea que la planta de tabaco pertenece al género *Nicotiana*, la cual abarca más de 60 especies, clasificándose en tres subgrupos; *Nicotiana petunoides* con un total de 45 especies, *Nicotiana rústica* aparece en 9 especies y *Nicotiana tabacum* con 4 especies. La *Nicotiana petunoides* no tiene ningún interés comercial, la *Nicotiana rústica* produce tabacos fuertes y *Nicotiana tabacum* con una producción promedio del 90% de todas las áreas cultivadas de tabaco que se cultivan en el mundo.

2.1.3.2 Descripción botánica

El sistema radical es fibroso, poco profundo. Generalmente, cerca del 80% de las raíces pueden encontrarse en los primeros 30 cm de profundidad del suelo, aunque pueden extenderse hasta los 50 cm y más. Debido a lo superficial del sistema radical y al relativamente gran tamaño de las hojas, la planta puede ser propensa a caerse. Es precisamente en las raíces, particularmente en las raicillas en crecimiento, donde se produce la nicotina que se acumula en las hojas (López, 2010; citado por Santillán, 2015).

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Tallo moderadamente lignificado: abajo tiende a ser más leñoso y arriba herbáceo; es relativamente delgado, erecto, poco ramificado. Puede alcanzar una altura variable, entre 1 y 3 m. La distancia entrenudos también es variable, dependiendo básicamente de condiciones genéticas. En los cultivares comerciales, se consideran de entrenudos largos aquellas con más de 15 cm de separación entre hojas; medios, si la separación está alrededor de los 10 cm; y cortos, si es menor de 7 cm. La distancia entre nudos determina el número de hojas por planta (López, 2010; citado por Santillán, 2015).

Hojas enteras y alternas; su forma, tamaño, venación, ángulo de inserción, distancia entre nudos, etc. pueden variar, dependiendo del tipo, variedad o cultivar. Tienden a ser oblongo-lanceoladas, pudiendo ser elípticas, lanceoladas, ovaladas o acorazonadas. El borde es entero (López, 2010; citado por Santillán, 2015).

La inflorescencia es una panícula terminal, que puede tener un promedio entre 150 y 300 flores, las cuales son hermafroditas y pentámeras. El cáliz es tubular, acampanado, de 12-20 mm de longitud. La corola es de pétalos soldados, de forma tubular, de 10 a 15 mm de largo, de color que puede ir desde blanquecino a rosado intenso en su parte superior y blanco en la parte inferior, termina en un limbo lobulado pentagonal. Posee cinco estambres, frecuentemente regulares, insertados en la parte interna y basal de la corola, con sus anteras cercanas al estigma (López, 2010; citado por Santillán, 2015).

El fruto es una cápsula ovoide, de 15 a 20 mm de longitud, con un cáliz persistente; cuando maduro, se abre incompletamente en dos partes. Una planta es capaz de producir en promedio unas 250 cápsulas, en cada una de las cuales puede haber de 2 000 a 2 500 semillas, y aún más; por lo cual puede haber cientos de miles de semillas en esa sola planta, que normalmente es capaz de producir entre 30 y 60 gramos (Ruiz, 2008; citado por Santillán, 2015).

Las semillas, de color castaño oscuro y forma arriñonada, son muy pequeñas; puede haber de 9 a 12 000 semillas en un gramo (López, 2010; citado por Santillán, 2015). Al respecto León *et al.* (2020) señalan que las semillas del tabaco: son muy pequeñas, aplanadas y de color oscuro; aproximadamente 10.000 semillas pesan 1 g y germinan entre los 10 y 20 días.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

2.2 Características de las casas de cura de tabaco.

Uno de los pocos cultivos que requieren del curado es el tabaco, constituyendo este proceso un factor de gran significación para la obtención de altos rendimientos y calidad debido a que la composición química que tiene la hoja en el momento de la recolección sufre una serie de cambios en las diferentes fases del curado, dichas transformaciones dependen de la calidad de la materia prima y de las condiciones ambientales tales como: temperatura, humedad relativa y velocidad del aire, y del manejo que el productor realice durante el proceso (González *et al.*, 2011).

La casa de tabaco de nuevo tipo consta de seis aposentos, confeccionada con bloques aligerados, de barro, cemento, cabilla, planchas de cinc, varas, horcones, llaves, tablas y cintillos.

En tal sentido Suarez (2018) destaca un nuevo diseño de casa de tabaco que busca atenuar el efecto del cambio climático. Las nuevas construcciones poseen un puntal más bajo y una mayor área de apoyo que la hace más resistente a los vientos. Además cuenta con dos pasillos laterales, en lugar de uno central, que facilita las acciones para controlar el exceso de humedad en caso de intensas lluvias, permite hacer un uso más eficiente de los recursos y de la fuerza de trabajo, a la vez que incrementa la capacidad de curación en más de un 60% con los mismos materiales.

2.3 *Lasioderma serricorne* (F). Generalidades.

A *Lasioderma serricorne* se le denomina comúnmente como “gorgojo del tabaco”, “escarabajo del tabaco, cigarrillo o cigarrero”, “coquito del tabaco almacenado” o “carcoma” (“tobacco beetle”, “cigarette beetle”, “tobacco bug”, “tobacco borer”, “tobacco weevil, “cheroot beetle”); esto debido a que precisamente es la plaga más importante del tabaco procesado y no procesado, así como también de una amplia variedad de materiales de origen vegetal y animal, especialmente de productos alimentarios secos almacenados; por lo que se le considera como un insecto plaga de hábitos omnívoros, teniendo un ciclo vital de 2-6 semanas. *Lasioderma serricorne* posee predilección de habitar en áreas urbanas de elevada densidad poblacional (p. ej., escuelas, tiendas, hospitales), en vez de las áreas periurbanas o semirurales (Antunes y Dionello, 2010; Edde, 2019; Watanabe *et al.*, 2019).

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Lasioderma serricorne (F.) (Coleoptera: Anobiidae), es considerada de acuerdo con Koehler (2008) una plaga importante del tabaco en condiciones de almacén. Puede alimentarse además, de una gran variedad de productos vegetales y animales, semillas de oleaginosas, cereales y sus derivados, frutas secas, entre otros productos almacenados, a los que deteriora (Córdova, 2010). En Cuba, se ha informado en 11 productos almacenados, entre los que se destacan, condimentos, harinas, concentrados, tabaco, soya y maíz; entre otros (Domínguez y Marrero, 2010) y se encontró también en garbanzo (Pérez y Suris, 2011).

La literatura científica dedicada al estudio de *Lasioderma serricorne* de acuerdo con Alarcón y Cazorla (2021) se encuentra centrada casi que exclusivamente sobre su reconocida importancia agropecuaria y económica; estando menos documentada su relevancia desde el punto de vista sanitario.

Autores como Rudolph *et al.* (1987), Bergmann-Hug *et al.* (2007) y Bernstein *et al.* (2009) coinciden al informar que la infestación de productos almacenados por las poblaciones de *Lasioderma serricornis* también puede potencialmente ocasionar reacciones de hipersensibilidad (asma, rinitis, conjuntivitis y dermatitis), debido a la exposición por parte de humanos y animales a sus alérgenos, tal como se ha detectado en otras especies de coleópteros de productos almacenados.

2.3.1 Taxonomía

Agrosur (2005) citado por Rodríguez (2012) cataloga a *Lasioderma serricorne* (F.) como:

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Sub. Orden: Polífagos

Superfamilia: Bastrificos

Familia: Anóbidos

Género: *Lasioderma*

Especie: *serricorne*

Nombre Científico: *Lasioderma serricorne* (Fabricius).

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Nombre Común: Gorgojo del tabaco y Perforador del tabaco (Cuba). Carcoma del tabaco (Puerto Rico) y tabacco beetle (USA).

El estatus taxonómico de *L. serricorne* ha sido controversial, aun a nivel de familia. Así, los integrantes de la familia Anobiidae fueron colocados en Ptinidae, al considerarse que esta última tenía prioridad sobre aquella; lo que probablemente se debió a las similitudes en talla, coloración y hábitos que muestran los integrantes de ambas familias (Lawrence y Newton 1995, Edde 2019). Sin embargo, los adultos de Anobiidae poseen, entre otros caracteres diagnósticos, antenas ampliamente separadas, siendo la distancia entre las mismas mayor que la longitud del primer segmento antenal; mientras que en sus contrapartes de Ptinidae, la separación entre las antenas es más angosta, con una distancia menor que la longitud del primer segmento antenal (Triplehorn y Johnson 2005, Edde 2019).

2.3.2 Características morfológicas de *Lasioderma serricorne* (F)

Las larvas de *L. serricorne* se alimentan de una amplia variedad de productos de origen vegetal y animal, su importancia más relevante y conocida se encuentra relacionada dentro de las actividades agropecuarias (entomología económica); se le considera como un insecto-plaga de productos almacenados, especialmente alimentos (granos, harinas, cereales) tanto de uso animal como humano, así como también de libros y muebles y maderas en general y, como su nombre lo sugiere de la hoja de tabaco; los adultos de este escarabajo poseen mandíbulas con las que pueden perforar fácilmente los envases de alimentos industrializados e infestarlos; toda esta actividad del insecto ocasiona elevadas pérdidas económicas, que son más notorias para los pequeños productores agrícolas y pecuarios y empresarios en general (Hernández y Escalona, 2014).

Dentro de las características morfológicas diagnósticas de los adultos de *L. serricorne*, destacan la posesión de cabeza cubierta por el pronoto en forma de escudo; antenas filiformes con 11 antenómeros, teniendo los segmentos IV-X forma dentada o aserrada; los élitros cubren todo el abdomen y son lisos sin estrías ni puntuaciones; tarsos con cinco segmentos y cuerpo cubierto con pelos claros, finos y sedosos. Por su parte, las larvas de *L. serricorne* son escarabeiformes con una cabeza prominente no retraída en

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

el protórax, y un cuerpo robusto, muy curvado y cubierto por pelos finos (Antunes y Dionello 2010, Edde, 2019).

Otra de sus características morfológicas más llamativas es que tiene la cabeza casi cubierta por el protórax (Figura 1A), y que forma un ángulo casi recto con respecto al eje del cuerpo, dándole una apariencia de jorobado en posición lateral (Figura 1C); además, destacan su par de antenas que poseen sus segmentos cuarto al décimo (IV-X) de forma dentada (Figura 1B), y sus élitros sin estrías (Figura 1A, C); estos aspectos de la morfología taxonómica de sus imagos permite separarla de sus congéneres más cercanos de Ptinidae, incluyendo *Stegobium paniceum* (Linnaeus, 1761) (gorgojo de la farmacia o del pan) (subfamilia Anobiinae, tribu Stegobiini) y *Anobium punctatum* (gorgojo de los muebles) (subfamilia Anobiinae, tribu Anobiini) (Pereira y Almeida, 2001; Cabrera, 2008; Arango y Young 2012). Con metamorfosis completa, las larvas de *L. serricorne* de hasta 3-4 mm, son de forma de oruga y cubiertas de setas y coloración blanco-amarillentas y cabeza marrón; y a diferencia de los adultos que no se alimentan, se nutren activamente (Cabrera, 2008) (Figura 1D).

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

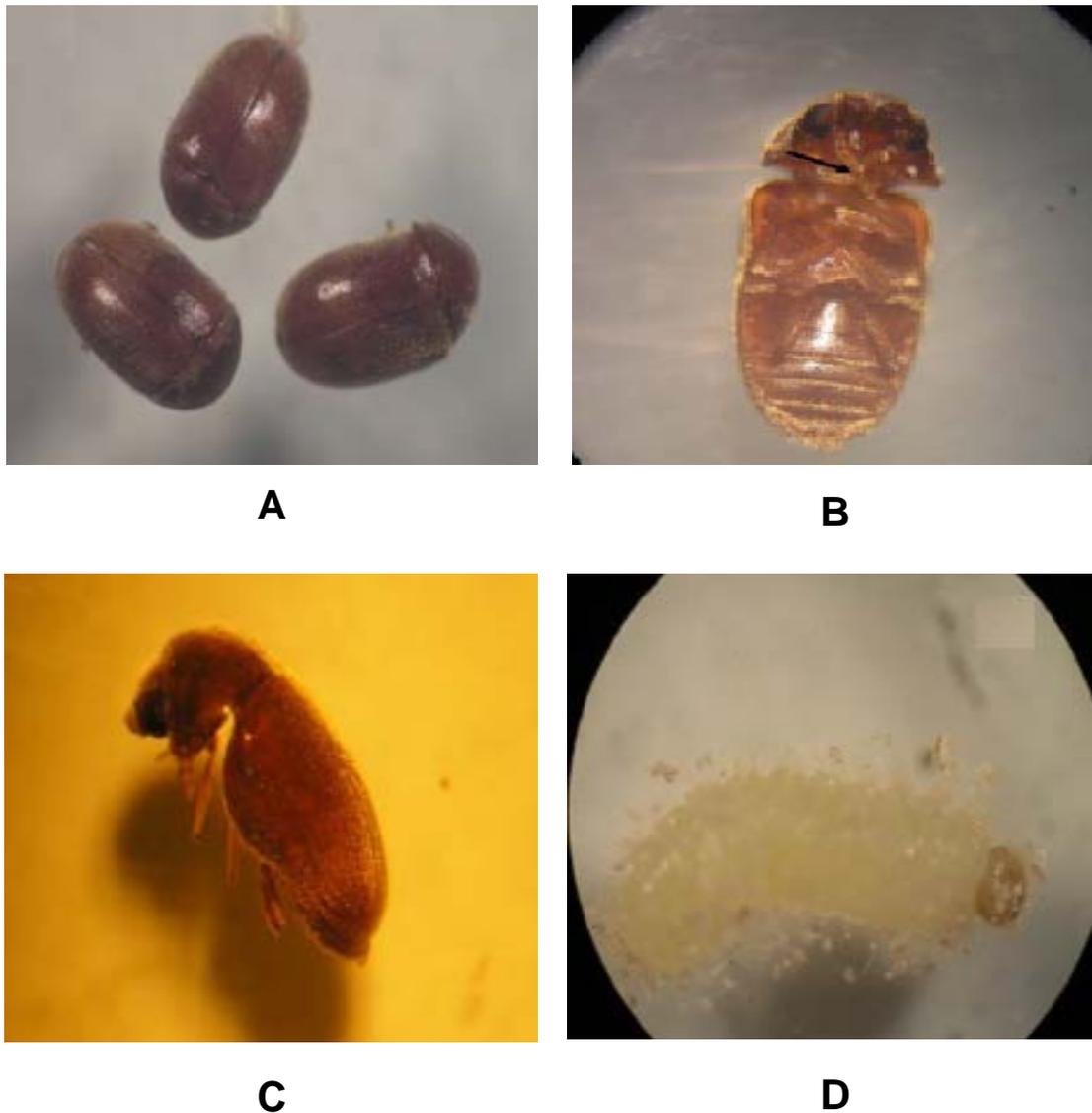


Figura 1. Ejemplares de gorgojo del tabaco *Lasioderma serricorne* (F)
Adultos: A. Vista dorsal, B. Vista ventral (la flecha señala la antena), C. Vista lateral
Larva: D (1,4 X)

A los imagos de *L. serricorne* se les tiene como “verdaderos perforadores”, ya que poseen mandíbulas fuertes que les permiten realizar agujeros perfectamente redondos para penetrar o salir de los empaques de alimentos, siendo los elaborados de papel de aluminio y plástico los más resistentes a la acción perforadora del escarabajo. A diferencia de los adultos del “escarabajo del tabaco” que casi no se alimentan, sus

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

larvas que poseen fototropismo negativo, se alimentan vorazmente y causan los mayores daños a los productos alimentarios almacenados (Lü y Ma, 2015, Edde 2019).

2.3.3 Ecología y ciclo de vida.

Según Akehurt (1973) citado por Rodríguez (2012) la longitud de su ciclo de vida depende de la temperatura y de la humedad relativa, su ciclo vital está considerado de 45 días a temperatura de 27 °C con un 70% de humedad relativa. En condiciones más frías la actividad queda notablemente reducida, bastan 7 días con temperatura inferior a 2 °C para matar las larvas por lo que se considera la carcoma como la plaga más adaptada a los trópicos y subtrópicos.

El ciclo de vida comprende cuatro fases: Huevos, larvas, pupas y adultos, su duración depende del tipo de dieta y de las condiciones ambientales. Las condiciones óptimas para el desarrollo de esta plaga son 28-32 °C y 70-75% de humedad relativa.

Huevos de tamaño microscópico, incuban de 6 a 19 días a temperaturas entre 20 y 34 °C.

Larvas. Gusanos de color blanco crema con tamaños entre 1,0 y 4,4 mm y el cuerpo cubierto de pelos finos de color carmelita (Figura 2). Su desarrollo ocurre entre 20 y 37 °C, por debajo de 20 °C su actividad comienza a disminuir, hasta la inactividad total a los 15 °C. Son causantes de los mayores daños, al comer producen orificios profundos y penetran los envases sellados de tabaco donde permanecen hasta convertirse en adultos demora de 4-7 días (Akehurt, 1973) citado por Rodríguez, 2012).

Pupa. Es una fase de transición entre larvas y adultos (Figura 2), durante la cual ocurre la muerte de los tejidos viejos y formación de los nuevos. El período de desarrollo de los adultos es de cuerpo duro, de forma ovalada con la cabeza y los pretoros dirigidos hacia abajo lo que le da apariencia jorobada (Figura 2). De color pardo, miden de 2 a 3,7 mm. Tienen dos pares de alas que les permiten volar distancias de 3 Km., la máxima actividad de vuelo es en el período comprendido de 7 a 12 de la noche, son atraídos por la luz. Estos producen feromonas durante 10 horas como máximo entre el cuarto y sexto día, el apareamiento ocurre generalmente en el tercer día y la ovoposición se incrementa con el aumento de la temperatura de 15-27 °C

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Aunque los adultos no son considerados como devoradores se ha demostrado que las hembras comen antes de la puesta de los huevos y que los ejemplares adultos recién formados producen orificios para escapar de los fardos. La reproducción depende de la temperatura y ocurre durante los primeros 10 días de la vida del insecto, cada hembra adulta puede poner hasta 150 huevos. Pueden vivir hasta tres semanas, siendo el período de vida de los machos menor que el de las hembras. El apareamiento tiene lugar uno ó dos días después de su emergencia como adultos y ocurre varias veces durante la vida de las polillas (Akehurt, 1973) citado por Rodríguez, 2012).



Figura 2. Larva, pupa y adulto de *L. serricorne* (F)

Fuente: Rodríguez (2012).

L. serricorne (F) es un insecto propio de climas tropicales, que requiere temperaturas de 20 a 38 °C y detiene su desarrollo por debajo de los 15 °C. Inverna en forma de larva, aunque con condiciones climáticas favorables se puede desarrollar durante todo el año. Los adultos pueden vivir de dos a cuatro semanas. Aunque algunos autores como (Martín, Carolina y Martínez, Celia 2010) refieren que puede vivir hasta de dos a seis semanas y pueden desarrollar de tres a cinco generaciones al año.

2.3.4 Control de *Lasioderma serricorne* (F.)

Según el MINAG (2008) para el control de la *Lasioderma serricorne* (F.), se recomienda la estrategia de manejo integrado de plagas.

En la Estrategia Ambiental Nacional 2007-2010 aprobada por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente quedo establecida como meta que 80% del control de

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

plagas y enfermedades a los cultivos del país se efectúe con productos naturales o biopreparados y que el 100% de las áreas de producción agrícola se mantengan bajo esquemas de manejo integrado de plagas y enfermedades.

Algunas técnicas de manejo integrado de plagas según Rodríguez (2012) son: manejo sin labranza o con poca labranza, eliminar las malezas solo si es necesario, uso de insecticidas botánicos (neem, chile, ajo, etc...), rotación de cultivos, abono orgánico, uso de policultivos, cercas vivas, barreras entre cultivos, fechas de siembras óptimas, parcelas más pequeñas pero más variedad de cultivos al mismo tiempo, etc.

El manejo integrado de plagas consiste en utilizar todas las alternativas tendientes a controlar o mitigar determinada plaga o enfermedad, involucra al uso combinado de prácticas culturales, así como diferentes métodos de control, tales como:

➤ Control Biológico

Méndez y Rizo (2019) al evaluar los insectos nocivos asociados al cultivo del tabaco al sol (*Nicotiana tabacum*, L.) concluyeron que la utilización de *B. thuringiensis* (cepa - 24) para el manejo de lepidópteros en el cultivo del tabaco para un 5% de distribución poblacional es altamente efectiva.

Consultas sobre la escasa preferencia por el control biológico, reveló que el 32% de los encuestados considera que no es suficiente la disponibilidad de productos biológicos para el control de plagas, un 37% manifestó desconocimiento de los controles biológicos a utilizar para cada especie de plaga y el 31% mostró insatisfacción con la eficacia técnica del control biológico. También estos resultados coinciden con la percepción que poseen los productores en la zona norte de la provincia de Las Tunas y en otras áreas de Latinoamérica como México (Méndez *et al.*, 2018).

➤ Control Físico

Entre los métodos físicos Valizadegan *et al.* (2009) cita: frío, calor, ultrasonido, radiación ultravioleta, microondas.

➤ Ozono

Se ha determinado que el ozono puede eliminar los insectos sin dañar la calidad de los granos o los alimentos tratados y además no daña el medio ambiente.

La efectividad del ozono en producir mortalidad sobre insectos obedece directamente a su concentración y al tiempo de exposición (Isikber y Athanassiou, 2015), así como

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

también a las características del sustrato y los componentes químicos de las estructuras de almacenamiento (Hardin *et al.*, 2010; Jian *et al.*; 2013). La mortalidad producida por el ozono generalmente ocurre en un período de 24 horas o antes, lo que representa menor tiempo de exposición que el requerido cuando se aplica fosfina (Isikber y Athanassiou, 2015).

Anandakumar *et al.* (2016) señalaron que el tiempo letal (LT₉₉) para adultos de *L. serricorne* se redujo en la medida que la dosis de ozono incrementó.

Solano *et al.* (2017) al evaluar el efecto del ozono sobre adultos del gorgojo del cigarrillo, *Lasioderma serricorne* (F.) llegaron a la conclusión que los porcentajes de mortalidad obtenidos para el gorgojo del tabaco, demostraron la susceptibilidad de *L. serricorne* a la acción del ozono aplicado en silos con maíz y en silos vacíos, en condiciones de laboratorio. La concentración de ozono de 20 ppm produjo mortalidades que se incrementaron con el tiempo de exposición, y cuyos porcentajes fueron siempre mayores en silos vacíos que en aquellos con granos de maíz. En este sentido, se sugiere profundizar los estudios sobre la efectividad del ozono como alternativa ecológica para el control del gorgojo del cigarrillo en silos con productos almacenados y como técnica preventiva en silos vacíos.

➤ Control Químico

El método de control mayormente implementado es la fumigación con insecticidas de origen químico (ej., fosfina); sin embargo, la aplicación de los mismos puede generar problemas de toxicidad a los humanos y animales, y de resistencia por parte de las poblaciones de *L. serricorne* (Rumbos *et al.*, 2018; Edde, 2019).

Según Rodríguez (2012) la fosfamina se recomienda para el tabaco en rama y en redondo, este fumigante es conocido como fosfina ó fosforo de aluminio, es un fumigante muy eficaz para combatir los insectos, pero su uso está limitado solamente al tabaco en rama y torcido en redondo, ya que afecta el color de los anillos, habilitaciones y las partes doradas de las cajetillas de los cigarrillos.

➤ Control cultural

Son las labores de atención al cultivo, control de malezas, riegos, fertilizaciones, podas, eliminación y destrucción de plantas enfermas, cosecha y poscosecha.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

➤ Control Tecnológico

Comprende el uso de trampas, aplicación de aceites, control de la humedad ambiental, mallas contra insectos, etc. Las trampas pueden ser de luz o con sustancia atrayentes. Según el MINAG (2008) recomienda trampas de feromonas, las mismas constan de dos elementos fundamentales: un cebo de feromona femenina y una superficie adhesiva, el olor de la hormona femenina excita y atrae a los machos los cuales son capturados en la superficie adhesiva.

2.4 Tierra diatomea. Características y composición.

La tierra de diatomea es un depósito geológico de microesqueletos fosilizados de numerosas especies de silíceos marinos y de organismos unicelulares de agua fresca (fitoplancton), particularmente diatomeas y otras algas. Muchos de estos se fosilizaron en capas sedimentarias originadas por lo menos hace 20 millones de años en los lagos y mares en los períodos del Eoceno y Mioceno. De este sedimento se extraen rocas que se muelen hasta la obtención de un polvo fino de color blanco-grisáceo que contiene partículas porosas con ciertas propiedades abrasivas y con la habilidad de absorber lípidos tres o más veces la masa de su partícula (Korunic, 1998).

Las diatomitas son esqueletos de algas unicelulares microscópicas, de composición silícea, depositadas en lechos acuíferos que al secarse se fosilizaron y se comprimieron formando roca (Baglione, 2011).

Estos organismos forman colonias en agua dulce o salobre, donde el agua contiene abundantes nutrientes y sílice. Las frústulas están formadas por sílice y tienen oquedades ordenadas de distinta manera en cada especie. La existencia de un medio rico en sílice es condición primordial para la existencia de diatomeas, razón por la cual se suelen relacionar los depósitos de diatomitas con emisiones volcánicas ácidas o conformaciones rocosas ricas en sílice, que sirvan como fuente de SiO₂ (Díaz y Ramírez, 2010).

Muñoz *et al.* (2019) manifiestan que la tierra de diatomeas es considerada como un material formado por algas fosilizadas propias de aguas tanto marinas como dulces, de composición unicelular, cuyas frústulas o estructura residual quedaron depositadas en el fondo de antiguos lagos que posteriormente se secaron y mineralizaron. Su

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

sedimentación dio origen a la formación de rocas silíceas cuya acumulación se produce en medios extensos y poco profundos, en los que el agua contiene abundantes nutrientes y sílice.

Según Round *et al.* (2016) las diatomeas son organismos básicamente unicelulares que pertenecen a una clase de algas microscópicas, conformada por más de 12 000 especies agrupadas en 290 géneros.

Las diatomeas son algas que pertenecen al reino Protista, al gran grupo llamado Heterokontophyta, el cual incluye especies tanto autótrofas como heterótrofas. Las diatomeas, son clasificadas según la distribución de sus poros y ornamentación basándose en la simetría radial o trómera de la frústula. Actualmente se conocen más de 200 géneros de diatomeas, 20 000 especies vivas y se estima que hay alrededor de 100 000 especies extintas.

La diatomita es una roca formada en su mayor parte por frústulas de organismos unicelulares, llamadas diatomeas con dimensiones microscópicas, formando una roca ligera y permeable (Peña, 2018).

Vidanaturalia (2018) afirma que la tierra de diatomeas o también llamada diatomita (dióxido de silicio) es una roca sedimentaria silícea formada por micro-fósiles de diatomeas.

El componente principal de las diatomeas es la sílice amorfo y pequeñas cantidades de minerales como Al, FeO, Ca(OH)₂, Mg y Na, entre otros (Round *et al.*, 1990 citado por Fabila *et al.*, 2013). Al respecto Cruz *et al.* (2015) exponen que el silicio es el principal componente de la tierra diatomea en proporciones de 70% al 90% dependiendo de la tierra diatomea, el resto lo conforman minerales como: calcio, fósforo, azufre, níquel, zinc, manganeso, aluminio, hierro, magnesio, sodio y cal.

2.4.1 Actividad insecticida de la tierra diatomea.

La actividad insecticida de la tierra diatomea depende de sus características fisicoquímicas, como el contenido de SiO₂, el tamaño de partícula, la capacidad de adsorción de lípidos y la presencia de impurezas (arcillas), entre otras (Bilbao *et al.*, 2007).

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Waqas *et al.* (2015) observaron un elevado efecto insecticida de las diatomeas en granos de arroz infestados por *Sitophilus oryzae* (L.) y señalaron su compatibilidad con el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metch.), bioproducto que incrementó su eficacia de control al combinarse con este polvo.

Diferentes especies de gorgojos han respondido de forma diferencial a la aplicación de la tierra diatomea, por ejemplo, mientras que contra *Sitophilus oryzae* (L.) y *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Insecta: Coleoptera: Curculionidae) se obtuvo un 100% de mortalidad a las 72 horas de exposición a una dosis de 7 g/kg de harina; contra *Tribolium castaneum* (Herbst) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae), este nivel de mortalidad se alcanzó para ese tiempo a más de cuatro veces esa dosis (32 g/kg de harina) (Amiri-Besheli *et al.*, 2017).

Internacionalmente, se notifica la efectividad de las tierras diatomeas para el control de otros coleópteros plagas de granos almacenados, tales como *Cryptolestes ferrugineus* (Steph.), *Rhyzopertha dominica* F. y *Tribolium castaneum* Jacquelin du Val (Ashraf, 2017), lo que confirma el amplio espectro de acción insecticida de este producto.

Méndez y Castellanos (2019) al estudiar la eficacia de la tierra diatomeas y la cal sobre ariónidos y agriolimácidos, llegaron a la conclusión que la tierra de diatomeas aplicada *in vitro* causa efecto sobre la movilidad y mortalidad de *A. distinctus*, con superioridad relativa del efecto por contacto sobre el de ingestión, solo logrando 100% de mortalidad con los tratamientos por espolvoreo a la dosis de 4 kg.ha⁻¹. Este producto presenta eficacia en campo para el control de babosas en cultivos de la fresa con dos aspersiones foliares a dosis de 8 kg.ha⁻¹ y la adición de PEGAL CS pH 18,767 g.L⁻¹ como adherente.

Torres (2019) reporta que las dosis de la formulación de tierra diatomea (0,7; 0,5; 0,25 y 0,15 g.Kg⁻¹) controlaron efectivamente a los insectos probados en el grano de trigo (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius), *Tribolium castaneum* (Herbst) y *Sitophilus zeamais* (Mostchulsky), obteniendo porcentajes de mortalidad diferenciales de acuerdo a la especie del insecto, dosis y periodo de exposición, arriba del 50% en el último conteo a los 30 días después de la aplicación con la tierra de diatomeas, lo cual cumple con el objetivo de valorar la eficacia como insecticida del formulado de tierra diatomea en alimentos de post-cosecha.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se desarrolló la presente investigación en el cultivo del tabaco, donde se utilizó la variedad Criollo 98 para la cría de insectos, en el periodo comprendió del 28 de diciembre 2018 hasta el día 28 de marzo 2019 (90 días), en la Unidad Empresarial de Base (UEB) MP2 Navajas ubicada a los 22° 72' latitud norte y 81° 32' longitud oeste a 15 m.s.n.m, en el municipio Pedro Betancourt, provincia Matanzas, perteneciente a la Empresa de Acopio y Beneficio del Tabaco Matanzas, del Grupo TABACUBA, la cual abarca un área de 2,5 ha; con seis instalaciones dedicadas a la cura y beneficio del tabaco (Figura 3) donde están agrupados más de 218 productores en 34 Cooperativas de Crédito y Servicios [CCS].



Figura 3. Imagen satelital de la UEB MP2 Navajas, Pedro Betancourt.

Fuente: Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (ENPA), 2022.

En el proceso de secado y cura del tabaco se consideró que las casas estuvieran en buen estado constructivo, con una higiene y limpieza adecuada, al menos dos ventanas por nave y puertas que se podían abrir según la necesidad de secado y cura, además debidamente forradas (Figura 4 A y B). Pisos de concreto lo más nivelados posible, con

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

capacidad de secado y cura suficiente y una zanja a su alrededor para evacuar el agua disminuyendo así las afectaciones por exceso de humedad y pudriciones.



A: Puertas, ventanas, paredes y techo.



B: Vista posterior

Figura 4. Casa de secado y cura del tabaco.

3.2 Determinación de variables climáticas en las instalaciones

Se determinó la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa (%) para lo cual se utilizó un hidrotermografo en cada una de las casa de secado y cura (Figura 5), la temperatura media osciló entre 28 y 31 $^{\circ}\text{C}$, siendo la media 28,9 $^{\circ}\text{C}$; la humedad relativa entre 85 y 90% con un valor de la media de 82,2%.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.



Figura 5. Hidrotermografo

Para la determinación de las variables climáticas fuera de las casas de secado y cura nos auxiliamos de los datos aportados por la Estación Meteorológica de Jovellanos. Las medias mensuales durante los 90 días en que se desarrolló el experimento manifestaron valores de temperatura mínima de 16 °C y máxima de 29 °C, así como una humedad relativa de 78%.

3.3 Monitoreo y diagnóstico de las plagas insectiles encontradas *insitu*.

Se realizó una inspección general a las casas de secado y cura donde pudieran alojarse los insectos plagas previo a la ubicación de las trampas con feromonas conocidas como Lasiotrap (Figura 6), determinándose el número de insectos por trampas en cada una de las casas estudiadas (1, 3 y 5).

Para la identificación de las especies se utilizaron las claves sistemáticas de descripción morfológica de Borrór y Delong (1970), material biológico existente en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAV) y la norma cubana NC 7011 (1983).

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.



Figura 6. Trampa Lasiotrap con ferromona para captura *L. serricorne* (F)

3.4 Reproducción masiva de *L. serricorne* (F).

La reproducción de *L. serricorne* (F) se inició a partir de individuos de una colonia depositados en frasco de vidrio de 2 000 mL de capacidad con maya antiséptica sujeta en la parte superior ya que son excelentes voladores, mantenidas en el Departamento de Entomología perteneciente al Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAV), con fines de enseñanza e investigación, donde persisten condiciones de: temperatura entre $28\pm 2^{\circ}\text{C}$, una humedad relativa media del 75% con fotoperiodo de 12:12 horas luz oscuridad.

El sustrato utilizado fue picadura de cigarro y tabaco procedente de la industria tabacalera y afrecho procedente del silo de Cárdenas. La proporción entre hembras y machos fue 4:1, con el objetivo de aumentar las poblaciones.

Una vez establecida la colonia, el sustrato fue tamizado con el objetivo de eliminar insectos emergidos e impurezas, y dejar el sustrato solo con los huevecillos, seleccionando los insectos uniformes en tamaño y color.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

3.5 Tratamientos estudiados.

T1: Control

T2: Tierra diatomea (PROTECT-IT®) a una dosis de 3 g/m³.

T3: Tierra diatomea (PROTECT-IT®) a una dosis de 5 g/m³.

Para la aplicación de la tierra diatomea (PROTECT-IT®) se utilizó una moto mochila marca STIHL SR 450 a una presión de 2 bar en forma de polvo, previo retiro de las trampas de feromonas.

Una vez suspendido el producto se esperó 45 minutos para que el mismo se deposite en cada una de las estructuras de casa de secado y cura estudiadas, las cuales relacionamos a continuación: concreto, concreto encalado, fibrocen y madera.

Posteriormente se procedió a colocar las placas Petri con 20 insectos *de L. serricorne* (F) donde permanecía la dieta y los insectos al contacto con el producto y se hermetizo.

3.6 Evaluación de la efectividad de la aplicación de tierra diatomea.

La efectividad de los tratamientos se realizó entre cinco y siete días, posterior a la aplicación del producto *insitu*, evitando alguna irregularidad que afectara el conteo de *L. serricorne* (F), determinándose los insectos muertos en estereoscopio del LAPROSAV.

Para la evaluación de la efectividad se tuvo en cuenta el método de Abbot (Ciba-Geygi, 1981) y modificada por Vásquez y Fernández (2007):

$ET (\%) = \frac{\text{Insectos vivos antes de aplicar} - \text{Insectos vivos después de aplicar}}{\text{Total de insectos}} \times 100$

A partir de la cual y teniendo en cuenta nuestras condiciones experimentales se aplicó la siguiente formula:

$\text{Efectividad} = \frac{\text{Insectos inoculados después de tratamiento (IIDT)}}{\text{Insectos inoculados antes de tratamiento (IIAT)}} \times 100$

3.7 Análisis estadístico.

Los datos de porcentaje fueron transformados a $\sqrt{P+1}$, para garantizar la normalidad de los datos. Se realizó un análisis de varianza y se aplicó la prueba de comparación

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

múltiple de medias de Duncan, a fin de comprobar el nivel de significación para $p \leq 0,05$; mediante el paquete profesional estadístico Statgraphics, versión 5.1.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Monitoreo y diagnóstico de las plagas insectiles encontradas *insitu*.

4.1.1 Monitoreo

En la tabla 1 se presenta el monitoreo de plagas en las casa de secado y cura *insitu*, en el periodo comprendido entre el 19 de diciembre del 2018 al 10 de enero del 2019 con un total 75 plagas detectadas.

La casa 5 muestra el mayor número de plagas insectiles detectadas con 38 que representa el 50,6% del total, las casa 1 y 3 muestran valores inferiores con 20 (26,6%) y 17 (22,6%) respectivamente.

Este comportamiento puede estar dado por las condiciones de temperatura y humedad relativa que alcanzaron valores de 28,9 °C y 82,2% respectivamente en las casas estudiadas.

Vázquez (2006) señala que las condiciones tropicales imperantes en Cuba favorecen grandemente la proliferación de las plagas dentro de los almacenes, toda vez que estas requieren valores elevados de temperatura para su desarrollo, reproducción y mantenimiento en el ambiente. Al mismo tiempo que ocurre la elevación de la temperatura aumenta la actividad biológica de las poblaciones de insectos que viven en los alimentos almacenados, dado que la temperatura posee una influencia directa sobre el ritmo de desarrollo de las plagas que permite su desarrollo entre 15-35 °C en climas tropicales húmedos como el que predomina en nuestro país.

Por su parte Domínguez (2006) manifiesta que la tasa de desarrollo a que responden los insectos presenta temperaturas extremas ubicadas entre 15-36 °C, en las cuales pueden enmarcarse las condiciones de desarrollo de las más comunes plagas de almacén.

Akehurt (1973) citado por Rodríguez (2012) declara que las condiciones óptimas para el desarrollo de *L. serricorne* (F) son 28-32 °C y 70-75% de humedad relativa. Señala además que la longitud de su ciclo de vida es de 45 días a temperatura de 27 °C con un 70% de humedad relativa. Condiciones similares de temperatura y humedad relativa superior fueron reportadas en la presenté investigación.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Tabla 1. Monitoreo de plagas en las casa de secado y cura *insitu*.

Fecha de colocación de LASIOTRAP			19/12/2018		
Fecha de final de la observación de LASIOTRAP			10/01/2019		
Fecha observación	Casa 1	Fecha observación	Casa 3	Fecha observación	Casa 5
19/12/2018	-	19/12/2018	-	19/12/2018	-
20/12/2018	-	20/12/2018	-	20/12/2018	3
21/12/2018	-	21/12/2018	-	21/12/2018	2
22/12/2018	-	22/12/2018	-	22/12/2018	-
23/12/2018	-	23/12/2018	2	23/12/2018	2
24/12/2018	3	24/12/2018	-	24/12/2018	4
25/12/2018	-	25/12/2018	2	25/12/2018	2
26/12/2018	2	26/12/2018	-	26/12/2018	-
27/12/2018	-	27/12/2018	5	27/12/2018	1
28/12/2018	-	28/12/2018	-	28/12/2018	4
29/12/2018	2	29/12/2018	-	29/12/2018	-
30/12/2018	-	30/12/2018	-	30/12/2018	5
31/12/2018	3	31/12/2018	2	31/12/2018	-
1/1/2019	-	1/1/2019	-	1/1/2019	2
2/1/2019	-	2/1/2019	2	2/1/2019	3
3/1/2019	4	3/1/2019	-	3/1/2019	1
4/1/2019	-	4/1/2019	-	4/1/2019	3
5/1/2019	-	5/1/2019	-	5/1/2019	-
6/1/2019	2	6/1/2019	3	6/1/2019	2
7/1/2019	3	7/1/2019	-	7/1/2019	-
8/1/2019		8/1/2019	1	8/1/2019	2
9/1/2019	1	9/1/2019		9/1/2019	2
Total	20		17		38
Total general	75				

Otro aspecto a tener en cuenta es la proximidad de la casa 5 al almacén de la producción final, la cual puede verse afectada por insectos plagas debido al estancia prolongada y envejecimiento de la materia prima, unido a la los capacidad de vuelo de los insectos y la proximidad antes mencionada.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

4.1.2 Diagnóstico

El diagnóstico realizado permitió detectar tres especies de insectos plagas, distribuidas en dos órdenes, tres familias y tres géneros (Tabla 2).

- *Lasioderma serricorne* (F)
- *Tribolium castaneum* (Herbt)
- *Ephestia elutella* (Hübner)

Tabla 2. Especies de insectos plaga detectadas en las casas de secado y cura en la Unidad Empresarial de Base (UEB) MP2 Navajas.

Orden	Familia	Especie
Coleoptera	Anobiidae	<i>Lasioderma serricorne</i> (F)
	Tenebrionidae	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbt)
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Ephestia elutella</i> (Hübner)

En nuestro país de acuerdo con Pérez *et al.* (2011) la entomofauna asociada a almacenes de alimentos ha sido informada por varios investigadores, entre los que destacan como coleópteros: *Sitophilus oryzae* (L), *Rhizopertha dominica* (F), *Orizaephilus surinamensis* (L), *Tribolium castaneum* (Hbst), *Acantoscélides obtectus* (Say), *Lasioderma serricorne* (F) y lepidópteros como *P. interpunctella* Hubner, *C. cephalonica* Stainton, dos de los cuales fueron diagnosticados en la presente investigación.

Córdova *et al.* (2011) citan entre los insectos encontrados en productos vegetales deteriorables para consumo humano, en tiendas de autoservicio en Tabasco, México a *Tribolium castaneum* (Herbst.) en diversos productos y registran por primera vez *Lasioderma serricorne* (F) entre otras, para el estado de Tabasco.

Según Rodríguez (2012) los insectos devoradores de hojas secas de tabaco son los causantes de los daños más severos al consumir en su alimentación considerables cantidades de este material o practicar orificios en los cigarrillos y tabacos torcidos que los inhabilitan para el consumo o la comercialización y afirma que son dos las especies registradas como agentes que dañan al tabaco seco: *Lasioderma serricorne* (Fabricius) y *Ephestia elutella* (Hübner) en las condiciones climáticas de nuestro país, siendo la

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

primera la causante del 99% de las afectaciones reportadas al consumir no solo tabaco almacenado sino también productos elaborados como cigarrillos y puros.

Hernández y Escalona (2014) al estudiar los insectos plaga de alimentos almacenados y sus enemigos naturales en el estado Lara, Venezuela, reportan entre 9 481 ejemplares agrupados en dos órdenes y nueve familias a *Tribolium castaneum* (Herbst), *Lasioderma serricorne* y *Ephestia elutella* (Hübner).

4.2 Evaluación de la efectividad de la aplicación de tierra diatomea.

4.2.1 Efectividad de la dosis de aplicación de tierra diatomea (PROTECT-IT®).

El efecto de los tratamientos estudiados en el control de *Lasioderma serricorne* (F) se presenta en la tabla 3. De los 1680 insectos inoculados se controlaron un total de 802 que representa el 47,73%. El tratamiento 3 (Tierra diatomea [PROTECT-IT®] a una dosis de 5 g/m³) muestra el mejor comportamiento con 473 (58,97%) del total de insectos controlados, lo cual está relacionado con la acción insecticida del producto.

La tierra de diatomea de acuerdo con Korunic (1998) es un depósito geológico de micro-esqueletos fosilizados de numerosas especies de silíceos marinos y de organismos unicelulares de agua fresca (fitoplancton), particularmente diatomeas y otras algas. De este sedimento se extraen rocas que al molerse se obtiene un polvo fino de color blanco-grisáceo que contiene partículas porosas con ciertas propiedades abrasivas y con la habilidad de absorber lípidos tres o más veces la masa de su partícula. Su acción insecticida es estrictamente físico-mecánica; los bordes afilados de las partículas de la tierra de diatomea se adosan fácilmente al cuerpo de los insectos, provocando perforaciones y abrasiones en el exoesqueleto de quitina, destruyendo la estructura cerosa y absorbiendo sus líquidos corporales por el cual el insecto muere por desecación.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos estudiados en el control de *Lasioderma serricorne* (F)

Tratamientos	Días de después de aplicación	Insectos Inoculados	Insectos controlados
T1	5	80	5
	15	80	0
	30	80	7
	45	80	0
	60	80	7
	75	80	7
	90	80	7
Sub total T1	-	560	33
T2	5	80	4
	15	80	27
	30	80	34
	45	80	52
	60	80	58
	75	80	59
	90	80	62
Sub total T2	-	560	296
T3	5	80	52
	15	80	53
	30	80	63
	45	80	72
	60	80	76
	75	80	78
	90	80	79
Sub total T3	-	560	473
Total	-	1680	802

Su acción insecticida según Fields y Korunic (2000) se produce por desgarros y/o perforaciones en el aparato bucal, exoesqueleto y órganos internos o absorción de la cera cuticular acciones que llevan a la muerte del insecto por deshidratación.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Varios autores coinciden en destacar a la tierra de diatomea como un excelente insecticida para el control de insectos (gorgojos, taladros, etc.) en silos de granos y productos derivados. Aplicada a razón de medio kilogramo por tonelada al momento de llenar el silo, se forma una nube de fino polvo que cubre cada grano con una fina película protegiéndolo del ataque de los insectos por períodos mayores de un año (Korunic, 1998; Korunic y Mackay, 2000; Meweis y Ulrich, 2001).

Vargas y Salazar (2013) exponen que la tierra de diatomeas constituye un insecticida natural. Los diminutos fragmentos, que son huecos y portadores de carga eléctrica negativa, taladran los cuerpos de los insectos de sangre fría provocándoles la muerte por deshidratación. Una vez desmenuzadas las diatomeas se convierten en microscópicas briznas de silicio cortantes y perniciosas para los insectos. A manera de diminuta navaja, el fragmento de diatomea está siempre listo para interrumpir el proceso de vida de los insectos. Esto es así dado que los insectos presentan su armadura en el exterior, sus fluidos vitales están contenidos y resguardados por una cobertura aceitosa o cerosa que revisten los poros. En razón de ello, si un cuerpo es lo suficientemente pequeño y filoso estropeará su cerosa cubierta matando al insecto por deshidratación. En otras especies los microscópicos corpúsculos penetrarán intrínsecamente agrediendo el sistema respiratorio, digestivo y reproductivo.

Vidanaturalia (2018) afirma que la diatomita actúa mecánicamente sobre los insectos, con una doble acción: como abrasivo y desecante.

González y Gómez (2006) reportan en maíz y sorgo un 93% de mortalidad en *Sitophilus zeamais* (coleóptera: curculionidae) con concentraciones del 1% a los 10 días pos-aplicación de la tierra diatomea.

En trigo; Fawzy *et al.* (2014) encontraron un efecto del 100% de mortalidad de *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) a los 21 días pos tratamiento en concentraciones de 8 y 16 g/kg.

Iribarne (2016), afirma que obtuvo casi la mitad de eficacia en comparación a el clorpirifos (insecticida sintético) para el control del afido *Rhopalosiphum padi* L. (Hemiptera: Aphididae) en cultivo de cebada.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Estudio realizado por Álvarez y Gómez (2016) evidencian eficacia de la tierra diatomea frente a los productos sintéticos, estos autores con aplicaciones de 12 kg/ha lograron un 92% de eficiencia en el control de *Stenomoma cecropia* (Lepidóptera Stenomidae), resultado parecido con el uso DART® 15 SC (Teflubenzuron) producto sintético.

Las diatomeas se presenta como alternativa para la producción limpia en combinada con otros productos como extractos vegetales (ají, ajo, ajeno, cebolla) en los cuales se obtuvieron resultados para el control de trips (*Frankliniella tuberosi*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* var. *Super chola*) [Toro, 2017].

4.2.2 Valoración del momento de aplicación del PROTECT-IT® sobre *L. serricorne* (F) en la postcosecha de tabaco seco.

Un análisis de los tratamientos estudiados en el momento de aplicación del PROTECT-IT® sobre *L. serricorne* (F) en la postcosecha de tabaco seco, nos permite afirmar que los mejores resultados se obtienen entre los 45 y 90 días después de la aplicación (Tabla 4), existiendo una tendencia al aumento de la efectividad con el incremento de los días de aplicación.

El tratamiento 3 (Tierra diatomea [PROTECT-IT®] a una dosis de 5 g/m³) muestra el mejor comportamiento con valores entre 90 y 100% de efectividad en las diferentes estructuras estudiadas, con diferencia significativa respecto a los 5, 15 y 30 días de aplicación.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Tabla 4. Momento de aplicación del PROTECT-IT® sobre *L. serricorne* (F) en la postcosecha de tabaco seco.

DDA	Concreto			Concreto encalado			Fibrocen			Madera		
	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3
5	25 ^e	0 ^f	70 ^c	0 ^f	0 ^f	75 ^c	0 ^g	0 ^g	60 ^e	0 ^g	20 ^f	55 ^e
15	0 ^f	50 ^d	65 ^{cd}	0 ^f	65 ^d	70 ^{cd}	0 ^g	20 ^{fg}	70 ^d	0 ^g	0 ^g	60 ^d
30	20 ^e	45 ^d	95 ^{ab}	5 ^f	70 ^{cd}	85 ^b	5 ^g	30 ^f	80 ^c	5 ^g	25 ^f	55 ^e
45	0 ^f	65 ^{cd}	100 ^a	5 ^f	75 ^c	90 ^{ab}	0 ^g	80 ^c	95 ^b	0 ^g	70 ^c	75 ^b
60	10 ^{ef}	70 ^c	95 ^{ab}	15 ^e	75 ^c	100 ^a	10 ^g	75 ^{cd}	95 ^b	0 ^g	70 ^c	90 ^a
75	20 ^e	70 ^c	100 ^a	0 ^f	80 ^b	100 ^a	0 ^g	80 ^c	100 ^a	5 ^g	65 ^d	90 ^a
90	20 ^e	75 ^c	70 ^c	0 ^f	80 ^b	100 ^a	10 ^g	80 ^c	100 ^a	5 ^g	75 ^b	95 ^a
Probabilidad	0,0000**			0,0000**			0,0000**			0,0000**		
± EE	1,65			1,87			2,00			1,95		

$p \leq 0,01$ Letras diferentes indican diferencia entre las medias.

Resultado que está relacionado con la actividad insecticida de la tierra diatomea, que se incrementa con los días posteriores a la aplicación. De acuerdo con Korunic (1998) la actividad insecticida depende de sus características fisicoquímicas, como el contenido de SiO₂, el tamaño de partícula, la capacidad de adsorción de lípidos y la presencia de impurezas (arcillas), entre otras.

El mecanismo de acción insecticida de la tierra diatomea según Korunic (1998) y Subramanyam y Roesli (2000) es por abrasión y adsorción de los lípidos cuticulares del insecto que produce la muerte por desecación. Los lípidos que recubren la superficie de los insectos no sólo regulan el balance de agua evitando la desecación que resulta letal (Gibbs, 1998), también tienen una participación relevante en la absorción de sustancias químicas e insecticidas, en la penetración de microorganismos y participan en procesos de comunicación química como feromonas de contacto (Pedrini *et al.*, 2007; Blomquist, 2010).

En tal sentido Chintzoglou *et al.* (2008) y Fusé *et al.* (2013) coinciden al declarar un modo de acción físico de las tierras diatomeas, que permite inactivar los lípidos

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

impermeables de la cutícula de los insectos a través de la abrasión, ocasionando que los insectos mueran por desecación (Fusé *et al.*, 2013; Plumier *et al.*, 2019).

Korunic *et al.* (2020) citando Ebelling (1971) exponen que los insectos pierden cerca del 60% de contenido de agua, haciendo a la tierra diatomea un insecticida de acción lenta, requiriendo un tiempo determinado para obtener un efecto en las plagas.

Torres (2011) determinó el 100% de picudos muertos a los 30 días después de la aplicación de tierra diatomea.

Estudio realizado por Perisic *et al.* (2018) donde evaluó la actividad insecticida de tres tierras de diatomeas: DE S-1 (78,8% SiO₂), DE S-2 (63,2% SiO₂), y Protect-It, (83,7% SiO₂); aplicando dosis de 0,5 g/kg, 1,0 g/kg, y 1,5 g/kg, para control de *Rhyzopertha dominica* en granos de trigo, cebada, centeno, avena y triticale, obtuvieron un aumento en la mortalidad de adultos de *R. dominica* después 21 días, para las dosis de 1,0 g/kg y 1,5 g/kg de Protect-It, y 1,5 g/kg de DE S-1 y DE S-2 aplicado en cebada, con mortalidades de 95% al 100%.

Torres *et al.* (2019) al evaluar el uso de tierras diatomeas para protección de cereales contra plagas de insectos en almacén, concluyen que todas las dosis de la formulación de tierra diatomea (0,7; 0,5; 0,25 y 0,15 g/Kg) controlaron efectivamente a los insectos probados en el grano de trigo; obteniendo porcentajes de mortalidad diferenciales de acuerdo a la especie del insecto, dosis y periodo de exposición, arriba del 50% en el último conteo a los 30 días después de la aplicación, lo cual cumple con el objetivo de valorar la eficacia como insecticida del formulado de tierras diatomeas en alimentos de post-cosecha.

Loya *et al.* (2022) desarrollaron dos experimentos a fin de estudiar la tierra diatomea como una alternativa sustentable para protección de maíz almacenado. En el primer experimento (testigo y seis dosis de tierra diatomea: 0,08; 0,16; 0,24; 0,32 y 0,40 gr/200 gr de grano) la dosis más alta que equivalente a 2,0 gr/kg de grano, causó el 66% de mortandad acumulada de picudos en 52 días después del tratamiento. Mientras que en el segundo experimento (testigo y tres dosis de tierra diatomea: 0,5; 1,0 y 2,0 gr/kg de grano), la dosis mayor de 2,0 gr/kg fue la más efectiva con un 100% de muertos en nueve días.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Badilla (2022) determinó que la dosis de 1 500 ppm de tierra diatomea permitió un porcentaje de mortalidad mayor para ambas especies evaluadas, siendo $34,8 \pm 5,83\%$ para el *Rhyzopertha dominica* y de $69,6 \pm 14,41\%$ para el *Sitophilus oryzae*.

4.2.3 Influencia de las estructuras constructivas en la efectividad de tierra diatomea (PROTECT-IT®)

La efectividad de los tratamientos estudiados por estructura se presenta en la tabla 5, en la que destaca el tratamiento 3 (Tierra diatomea [PROTECT-IT®] a una dosis de 5 g/m^3) como el de mayor efectividad en cada una de las estructuras estudiadas, el cual difiere de manera significativa del resto de los tratamientos, lo que evidencia el efecto insecticida de la tierra diatomea.

Plumier *et al.* (2019) y SEN *et al.* (2019) coinciden al declarar que las diatomeas están compuestas mayormente por sílice (SiO_2), el cual es tanto abrasivo como desecante; por lo que permite adherirse al grano y rasgar por contacto a los insectos, al dañar su cutícula externa provocando que el insecto muera por deshidratación. Las diatomeas generan una ruptura de la quitina en los pliegues cercanos a las articulaciones, y pueden provocar que el aparato bucal, el exoesqueleto y los órganos internos de los insectos sean perforados y se produzca la muerte por deshidratación (Marrero *et al.*, 2020).

La tierra de diatomeas tiene una función abrasiva sobre los insectos ya que rasga el exoesqueleto y absorbe todos sus fluidos hasta que mueren por deshidratación (Sánchez, 2020).

Tabla 5. Resultados de la efectividad de los tratamientos por estructura.

Tratamientos	Concreto	Concreto encalado	Fibrocen	Madera
T1	13,57 ^g	2,86 ^g	5,00 ^g	2,14 ^g
T2	53,57 ^e	63,57 ^d	52,14 ^e	42,14 ^f
T3	89,29 ^a	88,57 ^a	85,71 ^b	74,28 ^c
Probabilidad	0,0000**			
± EE	2,67			

$p \leq 0,01$ Letras diferentes indican diferencia entre las medias.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Un análisis por tipo de estructura nos permite afirmar que concreto y concreto enladrado muestran los mayores valores de efectividad en el tratamiento en que se aplicó tierra diatomea (PROTECT-IT®) a 5 g/m³ con 89,29% y 88,57% respectivamente, los cuales no difieren entre sí de manera significativa, pero difieren de las estructuras de fibrocen y madera, lo cual puede estar dado a la relación que debe existir entre la superficie de las estructuras constructivas y la permanencia de tierra diatomea en forma de polvo.

Debe tenerse en cuenta que este análisis se realiza por primera vez, así como los inexistentes reportes de la literatura en distintas bases de datos, tanto nacionales como internacionales, sobre la influencia que puede ejercer el tipo de estructura de las casa de secado y cura del tabaco sobre la efectividad de la tierra diatomeas en el control de *L. serricorne* (F), por lo que deberán realizarse nuevos estudios al respecto.

4.3 Valoración económica.

En la tabla 6 se presentan los resultados de la valoración económica, en la cual se compararon tres productos en el control de plagas poscosecha en el cultivo del tabaco (pirimifos-metil, fosfuro de aluminio, PROTECT-IT®), teniendo en cuenta la dosis y superficie tratada. Como se aprecia el costo de aplicación del PROTECT-IT® fue de 211,27 CUP superior al resto, lo cual está dado por el precio de los productos.

Tabla 6. Valoración económica.

Productos empleados	Cantidad (kg o L)	Dosis (mL,g/m ³ o tableta)	Superficie tratada	Costo CUP (\$)
Pirimifos Metil	15,0	25 mL/mochila	300 000,00	35,97
Fosfuro de aluminio	8,0	3 tableta/m ³	970,66	16,55
PROTECT-IT®	60,19	5 g/m ³	300 970,66	211,27

El pirimifos metil es el ingrediente activo, del Actellic® 50 EC que es un insecticida y acaricida de amplio espectro con acción por contacto y respiratoria, medianamente tóxico.

El fosfuro de aluminio es usado como rodenticida, insecticida y fumigante para granos almacenados. Su uso como insecticida está muy difundido y se utiliza para el

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

tratamiento de mercaderías almacenadas previo a su transporte (Videa y Erazo, 2016).

Es un producto altamente tóxico, clasificación I (Reyna *et al.*, 2013).

La importancia de implementar tecnologías sostenibles para el control de plagas con el fin de reducir los riesgos y efectos del uso de los plaguicidas en la salud humana y el medio ambiente, es de gran actualidad, donde la utilización de tierras diatomeas, no genera daños al medio ambiente (Maquirriain, 2017).

Simioni *et al.* (2010) citado por Wakil *et al.* (2013) señala que las tierras diatomeas se han empleado para el control de plagas, tanto en campo como en poscosecha por ser una alternativa sostenible y que no genera peligros para la salud, incluso se encuentran certificados como insecticidas orgánicos, no tóxicos; por lo que, no afectan a los ecosistemas.

La tierra diatomea (PROTECT-IT®) de acuerdo con Cruz *et al.* (2016) posee tres atributos destacables: no contamina el ambiente, no afecta la salud humana y retarda la resistencia de insectos plaga a insecticidas sintéticos. Otra ventaja sobresaliente es que se pueden combinar con otras alternativas de bajo riesgo como altas temperaturas (Machekano *et al.*, 2020) y hongos entomopatógenos.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

V. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados expuestos y discutidos en la presente investigación se arriba a las siguientes conclusiones:

1. La aplicación de tierra diatomea (PROTECT-IT®) a una dosis de 5 g/m³ resultó el mejor comportamiento con 473 (58,97%) del total de insectos controlados.
2. La tierra diatomea (PROTECT-IT®) mostró la mayor efectividad sobre *L. serricorne* (F) en la postcosecha de tabaco seco, entre los 45 y 90 días después de la aplicación.
3. Las estructuras concreto y concreto encalado muestran los mayores valores de efectividad en el tratamiento en que se aplicó tierra diatomea (PROTECT-IT®) a 5 g/m³.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

VI. RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados experimentales alcanzados y las conclusiones obtenidas se recomienda:

1. Desarrollar estudios futuros para profundizar en el efecto de los tipos de estructura de las casas de secado y cura del tabaco en el comportamiento de los insectos plagas.
2. Socializar los resultados obtenidos en el sector cooperativo y campesino, así como en la Empresa de Acopio y Beneficio del Tabaco Matanzas.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

VII. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

Ahmed, N. 2017. Influence of entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*, alone and in combination with diatomaceous earth and thiamethoxam on mortality, progeny production, mycosis, and sporulation of the stored grain insect pests. *Environ Sci Pollut Res Int.* 24(36): 28 165-28 174.

Alarcón, M. y Cazorla, D. 2021. *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Anobiidae) infestando alimento concentrado para perros dentro de vivienda en Mérida, Estado Mérida, Venezuela. Importancia sanitaria. *Nicaragüense de Entomología.* (229): 1-19.

Álvarez, B. J. y Gómez, G. 2016. Control de *Stenomoma cecropia* (Lepidóptera Stenomidae) en el sur del Cesar, en Palmas Jóvenes, usando tierras de diatomeas (SiO₂). Trabajo de grado para optar por el título de Agrónomo. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Amiri-Besheli, B.; Doustdar, L. y Raeis, M. K. 2017. The evaluation of the mortality and repellency effect of diatomaceous Earth (Sayan®) on three coleopteran store pests. *Journal of Entomology and Zoology Studies.* 5(5): 858-864.

Anandakumar, S.; Shubhashini, S.; Alagusundaram, K.; Kavitha, A. C. 2016. Effect of ozone fumigation on *Lasioderma serricorne* (F.) and quality of thurmeric rhizome. *Indian Journal of Entomology.* 78: 126-132.

Antunes, L. E. G. y Dionello R. G. 2010. Bioecología de *Lasioderma serricorne* Fabricius 1792 (Coleoptera: Anobiidae) [en línea]. Disponible en: http://www.infobibos.com/Artigos/2010_2/Lasioderma/index.htm [Consulta: enero, 18 2022].

Arango, R. y Young, D. 2012. Death-watch and spider beetles of Wisconsin-Coleoptera: Ptinidae [en línea]. Disponible en: http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fpl_gtr209.pdf

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

[Consulta: noviembre, 15 2021].

Ashraf, M.; Farooq, M.; Shakeel, M.; Din, N.; Hussain, S.; Saeed, N, Shakeel, Q. y Ahmed, N. 2017. Influence of entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*, alone and in combination with diatomaceous earth and thiamethoxam on mortality, progeny production, mycosis, and sporulation of the stored grain insect pests. *Environ Sci Pollut Res Int.* 24(36): 28 165-28 174.

Badilla, E. D. 2022. Análisis de eficacia de las tierras diatomeas en el control de las plagas *Sitophilus oryzae* y *Rhyzopertha dominica* durante el almacenamiento del arroz *Oryza sativa* en granza. Trabajo final de graduación en opción al título de Licenciatura en Ingeniería Agrícola y de Biosistemas. Universidad de Costa Rica.

Baglione, L. 2011. Usos de la tierra diatomea. *Tecnicaña.* (27): 31-32.

Barreiro, C. A. 2020. Análisis del comportamiento agronómico del cultivo de tabaco bajo dos métodos de riego, finca El Palmar, el Empalme provincia del Guayas. Trabajo de titulación en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria del Ecuador.

Bergmann-Hug, K.; Furrer, H. y Helbling, A. 2007. *Attagenus pelli*: A potential cause of indoor allergy. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology.* 17(3): 202-206.

Bernstein, J.; Morgan, M.; Ghosh, D. y Arlian, L. 2009. Respiratory sensitization of a worker to the warehouse beetle *Trogoderma variabile*: an index case report. *Journal of Allergy & Clinical Immunology.* 123(6): 1413 -1416.

Bilbao, M. L.; Mañá, M. O. y Murúa, F. 2007. Evaluación del efecto insecticida de tierra de diatomeas sobre *Triatoma infestans* (Hemíptera, Reduviidae). *Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública.* 24(2): 179-181.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Blomquist, G. J. y Bagnères, A. G. 2010. History and overview of insect hydrocarbons. En: *Insect Hydrocarbons: Biology, Biochemistry and Chemical Ecology*, Cambridge Press. G J. Blomquist and A-G Bagnères (Eds.). p 3-18.

Borror, D. y DeLong, D. 1970. *An Introduction to the study of insects*. Ed. Rinehart and Co. New York, E. U. p.123-156.

Cabrera, B. 2008. Cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (F.) (Insecta: Coleoptera: Anobiidae) [en línea]. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN38400.pdf>. [Consulta: noviembre, 15 2021].

Castellon, M. B. 2014. Efecto de la tecnología de doble hilera en los parámetros agroproductivos en el cultivo del tabaco de sol en palo, en Manicaragua. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Chintzoglou, G.; Athanassiou, C. G. y Arthur, F. H. 2008. Insecticidal effect of spinosad dust, in combination with diatomaceous earth, against two stored-grain beetle species. *Journal of Store Products Research*. 44(4): 347–353.

Córdova, L. 2010. Insectos plaga de alimentos deteriorables de origen vegetal en tiendas de autoservicio en Tabasco, México. Tabasco. Tesis en opción al título de Máster en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados.

Córdova, L.; Sánchez, S.; García, E.; Ortiz, C. F. y Romero, J. 2011. Insectos asociados a alimentos vegetales deteriorables en tiendas de autoservicio, en Tabasco, México. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*. 12(1): 25-32.

Cruz J. E.; Partida, L.; Velásquez, T. J.; Guerra, J. E.; Díaz, T. y Oliva, L. C. 2016. Effectiveness of Different Doses of Diatomaceous Earth on Mexican Bean Weevil

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

(*Zabrotes subfasciatus* Boheman) in Culiacán, Sinaloa, México. Open Access Library Journal. 3(12): 1-11.

Cruz, J. E.; Velázquez, T. J.; Partida, L.; Guerra, J. E. y Díaz, T. 2015. Uso de tierra diatomea para el control de gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, en Sinaloa, México. Biológico Agropecuaria Tuxpan. 3(5): 1038 - 1044.

Cuba NC 7011. 1983. Agricultura. Cuarentena Vegetal. Embalaje y envío de muestras para análisis de laboratorio. Reglas Generales.

Díaz, A. y Ramírez, J. 2010. Estudio geológico - económico de rocas y minerales industriales de Arequipa y alrededores. Boletín N° 22 Serie B Geología Económica. Lima, Perú. 173 p.

Domínguez, J. E. y Marrero, L. 2010. Catálogo de la entomofauna asociada a almacenes de alimentos en la provincia de Matanzas. Fitosanidad. 14(2): 75-82.

Domínguez, I. M. 2006. Cálculo de temperaturas extremas para insectos (Arthropoda: Insecta) en condiciones controladas. Centro Agrícola. 33(3): 91-92.

Edde, P. 2019. Biology, Ecology, and Control of *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae): A Review. Journal of Economic Entomology. 112(3): 1011–1031.

Fabila, L.; Adame, S. y Serrato, R. 2013. Efecto de la tierra de diatomeas en las propiedades químicas del suelo en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.). Investigación Agraria y Ambiental. 4(2): 13-26.

Fawzy, I.; Nour, E.; Mohamed, Y. y Sayeda, S. 2014. Insecticidal efficacy of certain bio insecticides, diatomaceous earth and modified atmospheres against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) on stored wheat. Journal of Stored Products Research. 57: 30-35.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Fields, P. G. y Korunic, Z. 2000. Diatomaceous earth to control *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae) in stored barley in farm granaries. Canadian Entomologist. 132(2): 247-258.

Fuse, C. B.; Villaverde, M. L.; Padin, S. B.; De Giusto, M. y Juárez, M. P. 2013. Evaluación de la actividad insecticida de tierras de diatomeas de yacimientos argentinos. Investigaciones Agropecuarias. 39(2): 207-213.

Gibbs, A. G. 1998. Water-proofing properties of cuticular lipids. American Zoologist. 38(3): 471- 482.

González, L. Y. 2018. Evaluación de la altura de desbotone para el tabaco negro variedad Corojo 2012 cultivado al sol en un suelo pardo mullido medianamente lavado. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.

González, M. L. y Gómez, V. 2006. Evaluación de la mortalidad de adultos de *Sitophilus zeamais* (coleóptera: curculionidae) ocasionada por diferentes concentraciones de tierra de diatomeas y pimienta negra *Piper nigrum* en maíz almacenado. Investigación Agraria. 8(2): 45 - 49.

Hardin, J. A.; Jones C. L.; Bonjour, E. L.; Noyes, R. T.; Beeby, R. L.; Eltiste, D. A. y Decker, S. 2010. Ozone fumigation of stored grain; closed-loop recirculation and the rate of ozone consumption. Journal of Stored Products Research. 46(3): 149-154.

Hernández, D. y Escalona, B. 2014. Insectos plaga de alimentos almacenados y sus enemigos naturales en el estado Lara, Venezuela. Bol. Centro Invest. Biol. 48(1):48-63.

Iribarne, M. 2016. Productos naturales para el control de *Rhopalosiphum padi* L. (Hemiptera: Aphididae) en cebada. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de La Plata.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Isikber, A. A. y Athanassiou, C. G. 2015. The use of ozone gas for the control of insects and micro-organisms in stored products. *Journal of Stored Products Research*. 64 (Part B): 139-145.

Jian, F.; Jayas, D. S. y White, N. D. 2013. Can ozone be a new control strategy for pests of stored grain? *Agricultural Research*. 2(1): 1-8.

Koehler, P. G. 2008. Cigarette Beetle, *Lasioderma* (Coleoptera, Anobiidae) [en línea]. Disponible en: <http://www.edis.ifas.ufl.edu>. [Consulta: enero, 18 2022].

Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research*. 34(23): 87-97.

Korunic, Z. y Mackay, A. 2000. Grain surface-layer treatment of Diatomaceous earths for insect control. *Arch Hig Rada Toksikol*. 51(1): 1-11.

Korunic, Z.; Liska, A.; Lucic, P.; Hamel, D. y Rozman, V. 2020. Evaluation of diatomaceous earth formulations enhanced with natural products against stored product insects. *Journal of Stored Products Research*. 86 (101565).

León, C. E.; Coronado, R. A.; Forero, C. A. y Roa, M. 2020. Modelo productivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*), variedades Burley y Negro en Santander. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Mosquera, Colombia. 115 p.

Lü, J. y Ma, D. 2015. Effect of wheat flour packaging materials on infestation by *Lasioderma serricorne* (F.). *Journal of Food Protection*. 78(5): 1052-1055.

Loya, J. G.; Beltrán, F. A.; Zamora, S.; Ruiz, F. H. y Navejas, J. 2022. Tierra de diatomeas: una alternativa sustentable para protección de maíz almacenado. *Journal of Agricultural Sciences Research*. 2(2): 1-5.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Machekano, H.; Mutamiswa, R.; Singano, D.; Joseph, V.; Chidawanyika, F. y Nyamukondiwa, C. 2020. Thermal resilience of *Prostephanus truncatus* (Horn): can we derive optimum temperature-time combinations for commodity treatment. *Journal Stored Products Resources*. 86: 101568.

Maquirriain, H. 2017. *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Hemiptera: Aphidoidea): productos naturales para su control. Trabajo final en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de La Plata.

Marrero, L.; Torrent, J.; Velásquez, N.; Socorro, V. y Ramírez, M. 2020. Eficacia de Tierra Diatomea para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en un silo metálico. *Protección Vegetal*. 35(1): 1 - 5.

Méndez, A. C. y Castellanos, L. 2019. Eficacia de la tierra de diatomeas y la cal sobre ariónidos y agriolimácidos. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*. 20(3): 579-593.

Méndez, A. y Rizo, M. 2019. Insectos nocivos asociados al cultivo del tabaco al sol (*Nicotiana tabacum*, L.) en una zona agroproductiva de la provincia de las Tunas, Cuba. *Medio Ambiente "Ojeando la agenda"*. (60): 44-66.

Méndez, B. A.; Acosta, K.; Mejía, J. y Rodríguez, J. 2018. Percepción fitosanitaria de los productores de maíz en la política agroalimentaria en áreas de la zona sur del Valle del Évora, Sinaloa, México. *Dilemas contemporáneos. Educación, Políticas y Valores*. 5(2): 1-11.

Meweis, I. I. y Ulrich, C. 2001. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum*, *Tenebrio molitor*, *Sitophilus granarius* and *Plodia interpunctella*. *J. Stored prod. Res.* 37(2): 153-164.

Ministerio de la Agricultura [MINAG]. 1999. Programa de defensa del cultivo del tabaco, Centro Nacional de Sanidad Vegetal. La Habana, Cuba.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Ministerio de la Agricultura [MINAG]. 2008. Manual Técnico Control de Plagas del Tabaco Post Cosecha. Instituto de Investigaciones del Tabaco. La Habana, Cuba. 22 p.

Muñoz, M.; Cabello, C. I.; Canafoglia, M. E.; González, M. J.; Botto, I. L. y González, M. A. 2019. Caracterización físico-química y valorización de tierra de diatomea de Antofagasta de la Sierra, Catamarca, Argentina. En: V Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie. La Plata.

Núñez, J. A. 1994. El viaje del Habano. Empresa Cubana del Tabaco. Ciudad Habana, Cuba. 123 p.

Pedrini, N.; Juárez, M. P. y Crespo, R. 2007. Biochemistry of insect epicuticle degradation by entomopathogenic fungi. Comp. Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology. 146(1-2): 124-137.

Peña, V. R. 2018. Aplicación foliar de diatomita en el control de polilla de la col (*Plutella xylostella*) y pulgón (*Brevicoryne brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Italica) cv. Rumba. Tesis en opción al el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín.

Pereira, P. y Almeida, L. 2001. Chaves para a identificação dos principais Coleoptera (Insecta) asociados com produtos armazenados. Bras. Zool. 18(1): 271-283.

Pérez, J. C. y Suris, M. 2011. Insectos asociados al cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en la provincia Las Tunas. Protección Vegetal. 26(3): 191-193.

Perisic, V.; Slavica, V.; Perisic, V.; Pesic, S.; Vukajlović, F.; Andric, G. y Kljajić, P. 2018. Insecticidal activity of three diatomaceous earths on lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* F., and their effects on wheat, barley, rye, oats and triticale grain properties. Journal of Stored Products Research. 75: 38 - 46.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Plumier, B.; Zhao, Y.; Cook, S. y Ambrose, R. P. K. 2019. Adhesion of diatomaceous earth dusts on wheat and corn kernels. *Journal of Stored Products Research*. 83: 347-352.

Reyna, M.; Vázquez, G. F.; García, J.; Valdespino, E. A. y Vicente, D. C. 2013. Tentativa suicida por intoxicación con fosforo de aluminio. *Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 51(2): 212-217.

Rivero, J. 1964. Origen y evolución del tabaco en Cuba. *Cubatabaco*. 3(1): 71-72.

Rodríguez, M. R. 2012. Introducción del monitoreo de trampas de feromonas en el control de *Lasioderma serricorne* (F.) en la UEB Alfredo López Brito. Sancti Spíritus. Tesis en opción al título de Máster. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”.

Round, E.; Crawford, M. y Mann, G. 2016. *The diatoms: biology and morphology of the genera*. Cambridge: Cambridge University Press. 747 p.

Rudolph, R.; Stresemann, E.; Stresemann, B. y Haupthof, M. 1987. Sensitizations against *Tribolium confusum* Du Val in patients with occupational and non-occupational exposure. *Experientia Supplementum*. 51: 177-182.

Rumbos, C. I.; Sakka, M.; Schaffert, S.; Sterz, T.; Austin, J.; Bozoglou, C.; Klitsinaris, P. y Athanassiou, C. 2018. Evaluation of Carifend®, alpha-cypermethrin-coated polyester net, for the control of *Lasioderma serricorne* and *Ephesia elutella* in stored tobacco. *Journal of Pest Science*. 91(2): 751–759.

Sánchez, E. 2020. Ensayo para la mejora de estreses abióticos y bióticos con tierra de diatomeas. *InnoPlant Tecnología e Investigación Agrícola*. Granada, España. 43 p.

Santillán, A. 2015. Bioinsecticida e insecticida químico sobre el control del pulgón (*Mizusnicotianae*) en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*). Proyecto práctico del

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

examen complejo PROPEC en opción al título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Sen, R.; Işıkber, A. A.; Bozkurt, H. y Saglam, O. 2019. Effect of temperature on insecticidal efficiency of local diatomaceous earth against stored-grain insects. *Turkiye Entomoloji Dergisi*. 43(4): 441 - 450.

Solano, Y.; Triana, J.; Ávila, R.; Hernández, D. y Morales, J. 2017. Efecto del ozono sobre adultos del gorgojo del cigarrillo, *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae). *Idesia*. 35(2): 1-8.

Suarez, R. 2018. Nuevo diseño de casa de tabaco contra el cambio climático [en línea]. Disponible en: <https://www.granma.cu/cuba/2018-11-18/nuevo-diseño-de-casa-de-tabaco-contra-el-cambio-climático-18-11-2018-20-11-46> [Consulta: marzo, 28 2022].

Subramanyam, B. H. y Roesli, R. 2000. Inert dusts. En: Alternatives to pesticides in stored-product IPM. Subramanyam, B. H. and Hagstrum, D.W. (eds.). Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts. p. 321- 380.

Toro, M. P. 2017. La aplicación de técnicas alternativas limpias en el control de trips (*Frankliniella tuberosi*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* var. *Super chola*), en la Granja Victoria. Ambato. Tesis en opción al título de Máster en Agroecología y Ambiente. Universidad Técnica de Ambato.

Torres, A. I. 2011. Efectividad de la tierra de diatomeas en el control de tres plagas de almacén. Marín, Nuevo León. Tesis en opción al título de Máster en Producción Agrícola. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Torres, A. I.; Torres, R.; Valdez, C. G. S.; Tijerina, M. De la P.; Treviño, J. E.; Núñez, A. 2019. Uso de tierras de diatomeas para protección de cereales contra plagas de

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

insectos en almacén. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. 4: 72-80.

Triplehorn, C. y Johnson, N. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. (7th edition). Thomson Brooks/Cole, Belmont, CA, EUA. 846 p.

Valizadergain, O.; Pourmirza, A. A y Safaralizadeh, M. H. 2009. The impactt of microwave irradiation and cold storage on *Lasioderma serricorne* (F.) (Col. Anobiidae). Research Journal of Biological Sciences. 4(6): 697-702.

Vargas, M. V. y Salazar, J. 2013. Prueba de la actividad biológica de “tierra de diatomeas” en viveros de caucho en Itarka la Montañita Caqueta. Trabajo de grado en opción al título de Tecnólogo Agroforestal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Vázquez, L. L. 2006. Diagnóstico de insectos plagas de almacén. Curso Nacional de Manejo Integrado de Plagas en almacenes, silos, instalaciones de la industria molinera y transportación de alimentos. Instituto Nacional de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). La Habana, Cuba.

VidaNaturalia. 2018. Tierra de Diatomeas. Un eficaz y ecológico insecticida [en línea]. Disponible en: <https://www.vidanaturalia.com/tierra-de-diatomeas-un-eficaz-y-ecologico-insecticida/>. [Consulta: noviembre, 21 2021].

Videa E. O. y Erazo, D. 2016. Protocolo de Manejo en Terapia Intensiva Mejora Sobrevida en Paciente con Intoxicación por Fosfuro de Aluminio: Reporte de Caso. Archivos de Medicina. 12(4): 1-4.

Wakil, W.; Riasat, T. y Lord, J. C. 2013. Effects of combined thiamethoxam and diatomaceous earth on mortality and progeny production of four Pakistani populations of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) on wheat, rice and maize. Journal of Stored Products Research. 52: 28-35.

Efectividad de Protect-IT® sobre *Lasioderma serricorne* (F) en tabaco seco, municipio Pedro Betancourt.

Waqas, M.; Ghazanfar, U.; Yasin, M. y Kwon, Y. J. 2015. Eficacia de *Metarhizium anisopliae* combinado con tierra de diatomeas contra *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) en condiciones de laboratorio. *Colombiana de Entomología*. 41(1): 18-25.

Watanabe, A.; Takaku, S.; Yokota, K.; Hayashi, S.; Tamaki, N. y Koikeguchi, S. 2019. A survey of *Lasioderma serricorne* (Fabricius) in Japanese Dental Clinics. *Biocontrol Science*. 24(2): 117-121.