



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE MÁSTER EN CIENCIAS AGRÍCOLAS.**

**Mención Sistemas Agroecológicos y Sostenibles de Producción.**

**Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

**Autor: Ing. Luis Manuel Báez González.**

**Tutor: DrC. Leonel Marrero Artabe.**

**Matanzas, 2019.**

**UNIVERSIDAD DE MATANZAS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE MÁSTER EN CIENCIAS AGRÍCOLAS.**

**Mención Sistemas Agroecológicos y Sostenibles de Producción.**

**Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**



**Autor: Ing. Luis Manuel Báez González.**

**Tutor: DrC. Leonel Marrero Artabe.**

**Matanzas, 2019.**

**Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---



***La naturaleza no cambia, sin embargo invariablemente cambia con el tiempo la forma de mirarla. No importa la época, la agricultura natural existe desde siempre como fuente de la agricultura.***

***Masanobu Fukuoka.***

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### DECLARACIÓN DE AUTORIDAD:

Declaro que yo, Luis Manuel Báez González, soy el único autor de este Trabajo de Diploma y autorizo a la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” a hacer uso del mismo, cuando y con la finalidad que estime conveniente.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_.

Firma del autor: \_\_\_\_\_

**Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

**NOTA DE ACEPTACIÓN:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

-----  
Presidente del Tribunal

-----  
Tribunal

-----  
Tribunal

-----  
Tribunal

-----  
Evaluación

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### DEDICATORIA.

*A mis padres, mis hermanos, mi esposa, mis hijos y mi nieto;*

*por ser mi fuente de inspiración.*

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### AGRADECIMIENTOS.

*A todos los que me han apoyado, alentado, ayudado, aconsejado, asesorado,*

*A los que creen en mí y a los que no,*

*A los que me quieren,*

*Familia,*

*Amigos,*

*Compañeros,*

*Profesores,*

*Tutor,*

*A todos,*

***¡Gracias!***

**Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

**OPINIÓN DEL TUTOR.**



## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### RESUMEN.

La investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar la incidencia de coleópteros plagas asociados a granos almacenados en la provincia de Matanzas y su manejo mediante extractos botánicos. Bajo un Diseño Totalmente Aleatorizado se establecieron muestreos quincenales en Almacenes de la CCS Juan G. Gómez y el Almacén de alimentos de la ECM 4. Se obtuvo la identificación taxonómica de las especies, la caracterización de su etología y la cuantificación de daños larvales. Se evaluó la eficacia insecticida y efecto biofumigante de extractos foliares de *Agave* spp. y de aceites esenciales de *Piper* spp. y *Citrus sinensis* O. El inventario de coleópteros plagas asociados a los granos de arroz, frijol, maíz y chícharo almacenados en la ECM No.4 y la CCS Juan G. Gómez arrojó el hallazgo de siete especies, *Acanthoscelides obtectus* Say y *Sitophilus zeamais* M. mostraron mayor incidencia. Se hallaron plagamientos intensos (3-9 ind.3 kg<sup>-1</sup> granos), con consumo de biomasa del 49,5 % y 21,9 % en frijol, maíz y afectaciones en el peso de 100 granos. Los cinco tratamientos mostraron efecto repelente sobre *A. obtectus* y *S. zeamais*, con Índices de Repelencia 0,3-0,6. *C. sinensis*, *A. fourcroydes* y *P. aduncum* causaron 80 % de mortalidad sobre *S. zeamais*, mientras que *C. sinensis* y *P. auritum*; fueron más promisorios sobre *A. obtectus* con 100 % de muertes y mostraron diferencias estadísticas respecto al testigo. El aceite de *C. sinensis* mostró efectividad larvicida sobre *A. obtectus* con 100 % de mortalidad en TL 50 de 0,5 horas y causó mortalidad del 80 % de los adultos en solo 3 h, con diferencias respecto al control donde se halló 20 % de muertes. Los tres aceites esenciales evidenciaron, bajo umbrales económicos de 2 insectos. 3 kg<sup>-1</sup> granos, efecto biofumigante sobre *A. obtectus*, *Sitophilus zeamais*, *S. oryzae* con 100 % de muertes en 72 horas. Los resultados demuestran su eficacia como candidatos promisorios a insecticidas botánicos y que devienen alternativa agroecológica al uso de fumigantes sintéticos empleados en almacenes de alimentos.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### ABSTRACT.

The research was developed with the objective of evaluating the incidence of coleopteran pests associated to grains stored in the province of Matanzas and their management by botanical extracts. Under a Randomized Design, insects samplings were established in Warehouses of the CCS Juan G. Gomez and the Food Warehouse of the ECM 4. The taxonomic identification of the species, the characterization of their ethology and the quantification of larval damage were obtained. The insecticidal efficacy and biofumigant effect of foliar extracts of *Agave* spp. and *Piper* spp. and *Citrus sinensis* O. essential oils were evaluated. The inventory of coleopteran pests associated with rice, beans, corn and pea grains stored in ECM No.4 and the CCS Juan G. Gomez warehouses showed seven species, *Acanthoscelides obtectus* Say and *Sitophilus zeamais* M. showed higher incidence. Severe pest infestations (3-9 ind.3 kg<sup>-1</sup> grains) and grain biomass consumption of 49,5 and 21,9 % in beans and corn, respectively were found ; insects also damaged the weight of and 100 grains. The five treatments showed a repellent effect on *S.zeamais* and *A.obtectus*, with repellency rates of 0.3-0.6. *C.sinensis*, *A. fourcroydes* and *P. aduncum* caused 80 % mortality on *S. zeamais*; *C. sinensis* and *P. auritum* were more effective on *A. obtectus* with 100 % of deaths with statistical differences respect to the control. The *C. sinensis* oils showed larvicidal effectiveness on *A. obtectus* with 100 % of mortality, showing a TL<sub>50</sub> of 0.5 hours and caused 80 % adults mortality in 3 hours, while the control showed 20 % of deaths. The three essential oils showed biofumigant effect on *A. obtectus*, *Sitophilus zea*, *S.oryzae* under economic thresholds of 2 insects. 3 kg<sup>-1</sup> of grains, with 100 % of deaths in 72 hours. The results showed their efficacy as promising candidates to botanical insecticides and constitute an agro ecological alternative to decrease the use of synthetic fumigants on food warehouses.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### ÍNDICE.

Capítulo I: Introducción.....	1
Capítulo II: Revisión bibliográfica.....	4
2.1 Importancia económica de los granos.....	4
2.2 Importancia económico-social del almacenamiento de granos y de otros alimentos.....	4
2.3 Daños y Pérdidas económicas ocasionadas por plagas de almacén.....	5
2.4 Métodos de muestreo y captura de insectos en almacenes.....	7
2.5 Factores ecológicos que afectan el almacenamiento. Relación clima –plaga e influencia de la temperatura en el comportamiento de los insectos.....	8
2.6 Incidencia de plagas de insectos en almacenes de alimentos y de semillas agrícolas.....	9
2.7 Principales órdenes y familias de insectos que atacan granos almacenados: etología de las especies.....	10
2.8 Principales especies plagas en granos almacenados. Descripción. ....	12
2.8.1 Descripción de las principales especies. ....	13
2.9 Medidas para el manejo fitosanitario de granos en almacenes. ....	17
2.10 Manejo Integrado de Plagas (MIP) en almacenes.. ....	18
2.11 Control químico de insectos plagas de almacén.....	20
2.12 Uso de insecticidas sintéticos para el control de coleópteros. ....	21

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

2.13 Impactos a la salud y el medio ambiente de insecticidas sintéticos en almacenes.....	23
2.14 Uso de insecticidas naturales en el control de plagas de almacén.....	23
2.14.1 El género <i>Agave</i> L.: potencialidades como plaguicida natural.....	25
2.14.2 El género <i>Piper</i> L.: potencialidades como plaguicida natural.....	26
2.12.3 <i>Citrus sinensis</i> O.: potencialidades como plaguicida natural.....	27
2.12.4 Aceites esenciales de <i>P. auritum</i> : principales características.....	28
2.12.5 Efecto antiinsecto de <i>P. aduncum</i> y <i>P.auritum</i> .....	29
Capítulo III: Materiales y Métodos.....	33
3.1 Descripción del sitio de estudio.....	33
3.2 Muestreo y detección de insectos.....	34
3.3 Diagnóstico taxonómico de insectos plagas: identificación de especies.....	34
3.4 Caracterización de los daños: estudios de nocividad.....	36
3.4.1 Determinación de los índices de infestación o plagamiento en las muestras .....	36
3.4.2 Estudio de la relación plaga-clima.....	36
3.4.3 Determinación del Coeficiente de Nocividad y Descripción de daños larvales en granos.....	37
3.4.4 Descripción de la infestación de larvas de coleopteros.....	38

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

3.5. Eficacia insecticida de extractos botánicos de <i>Agavespp.</i> , <i>Piperspp.</i> y <i>Citrus sinensis</i> O sobre coleópteros plagas de granos almacenados.).....	38
3.5.1 Selección e identificación del material vegetal.....	38
3.6 Métodos de obtención de los extractos botánicos: características bioquímicas principales.....	39
3.6.1 Obtención de los extractos acuosos de henequén ( <i>Agave fourcroydes</i> ): características bioquímicas principales.....	39
3.6.2 Obtención de los aceites esenciales de Piperaceas y Rutaceas: características bioquímicas principales.....	41
3.7 Eficacia insecticida de extractos botánicos de <i>Agave spp.</i> , <i>Piper spp.</i> y <i>Citrus sinensis</i> O. sobre coleópteros plagas.....	43
3.7.1 Actividad repelente de extractos acuosos de <i>Agave spp.</i> , y de aceites esenciales de <i>Piper spp.</i> y <i>C.sinensis</i> .....	43
3.7.2 Evaluación del Efecto Biofumigante de aceites esenciales sobre los coleópteros <i>A. obtectus</i> , <i>S. zeamais</i> , <i>S.oryzae</i> .....	45
3.8 Análisis estadístico.....	46
3.9 Valoración del Impacto económico –ambiental.....	46
Capítulo IV: Resultados y discusión.....	47
4.1 Diagnóstico taxonómico de insectos plagas. Identificación de especies.....	47
4.2 Caracterización de los daños: estudios de nocividad.....	54
4.3 Descripción de daños larvales de <i>Acanthoscelides obtectus</i> en el frijol.....	55
4.4 Determinación de los Coeficientes de nocividad.....	57
4.5 Daños por consumo de biomasa del grano de frijol.....	58

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

4.6 Eficacia insecticida de extractos botánicos de <i>Agave</i> spp., <i>Piper</i> spp. Y <i>Citrus sinensis</i> O.....	60
4.6.1 Efecto repelente y mortalidad de los extractos botánicos sobre <i>S. zeamais</i> .....	60
4.6.2 Efecto repelente y mortalidad de extractos sobre <i>Acanthoscelides obtectus</i> .....	63
4.6.3 Evaluación del efecto biofumigante de los aceites esenciales.....	66
4.6.4 Evaluación del Efecto Biofumigante de los aceites esenciales sobre los coleópteros <i>A. obtectus</i> , <i>S. zeamais</i> y <i>S.oryzae</i> .....	67
4.7 Evaluación económica y ambiental.....	71
Conclusiones.....	74
Recomendaciones.....	75
Anexo.....	76
Referencias Bibliográficas.....	77

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### CAPÍTULO I- INTRODUCCIÓN.

Para Cuba es de vital importancia el aumento de la producción agrícola, fundamentalmente de alimentos como los granos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), arroz (*Oriza sativa* L.), maíz (*Zea mays* L.), chícharo (*Pisum sativum* L.), que se importan a altos precios en el mercado internacional. Desde el año 2010 el país destina recursos para la producción de granos con el objetivo de reducir las importaciones y se orientó que desde las provincias comenzaran las entregas de estas valiosas producciones (MINAG, 2017).

El frijol y el chícharo aportan el 20 % de la proteína alimenticia consumida en todo el mundo; son ricos en carbohidratos y tienen alto contenido de hierro y fósforo. Aportan además B<sub>6</sub> y otras vitaminas del complejo B; son mejores que los cereales como fuente de aminoácidos (MINCIN, 2014).

En la nación el frijol es un alimento de gran demanda social, por tradición y por las necesidades nutricionales; ya que forma parte de la canasta alimentaria básica y constituye la principal fuente proteica de origen vegetal al alcance de la mayoría de la población (Maqueira, 2017).

Si se considera que Cuba gasta más de 4 000 millones de dólares en la importación de alimentos para el consumo de 11,2 millones de personas y que en el 2002 las compras de frijoles superaron los 42 millones de dólares para cubrir solamente alrededor del 50 % de la demanda nacional, entonces es posible comprender cuan necesario resulta el almacenamiento en condiciones adecuadas de granos y alimentos en general (IPS, 2010).

El per cápita anual de frijol normado para la distribución a la población es de 6,9 kg, sin tener en cuenta el consumo de los comedores institucionales (Faure *et al.*, 2014). Cassini y Santajuliana (2008) consideran que la conservación en almacenamiento de granos destinados al consumo humano involucra el control de los daños ocasionados por plagas. Del 5 al 10 % de la producción mundial de granos se pierde a causa de los insectos, lo que equivale a la cantidad de granos necesaria para alimentar a 130 millones de personas anualmente.

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

Varias investigaciones científicas notifican la entomofauna nociva asociada a granos almacenados (Bruner *et al.*, 1975; La Rosa y Vázquez, 1991; CNSV, 2006). Los insectos provocan pérdidas económicas a los agricultores cubanos, quienes a veces no pueden almacenar los granos por periodos largos, debido a la falta de recursos para aplicar los métodos tradicionales de control de plagas post-cosecha (García-Oviedo, 2007). Anualmente en Cuba se decomisan como promedio, 7 000 kilogramos de productos alimenticios afectados por plagas (IPS, 2014).

En la provincia de Matanzas debido al ataque de plagas y malas prácticas de manejo se constataron pérdidas anuales de 29 200 t de granos y otros alimentos almacenados, a pesar del uso de fumigantes (Miralles, L. 2008). Domínguez y Marrero (2010) notificaron varios insectos plagas asociados almacenes del territorio; los coleópteros, por su importancia económica se encuentran entre el principal grupo de las plagas primarias y pueden mostrar insectoresistencia a plaguicidas sintéticos.

Estudios científicos corroboran el amplio uso de fumigantes en almacenes de alimentos; varios plaguicidas constituyen Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) sustancias altamente tóxicas que se liberan al ambiente y causan una gran variedad de efectos perjudiciales a la salud de los seres humanos y a la fauna silvestre. Recientemente el INISAV realizó la determinación de plaguicidas COPs y Bifenilos policlorados (PCBs) en muestras de aire, suelo y sedimento con el objetivo de contribuir al plan de monitoreo nacional de COPs en Cuba y al Convenio de Estocolmo (Romeu *et al.*, 2017)

En el marco de una agricultura sostenible y en la búsqueda de nuevas fuentes de compuestos insecticidas menos agresivos para el ambiente, las plantas constituyen una alternativa como fuente de metabolitos secundarios con esta función (Sánchez *et al.*, 2011). En el ámbito mundial durante los últimos años se ha evidenciado un extraordinario auge de la química de los productos naturales. Entre los tres grupos de productos de origen botánico que con mayor probabilidad tendrán el impacto más notable en la protección de plantas en la próxima década se encuentran los aceites esenciales y sus constituyentes, provenientes de diferentes especies vegetales.



## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

Los aceites esenciales han sido considerados como ingredientes activos en algunos plaguicidas botánicos, debido a su eficacia frente a un número considerable de plagas, su toxicidad mínima en mamíferos y su disponibilidad general. Se usan como agentes insecticidas, además presentan propiedades antifúngicas y antibacterianas frente a microorganismos patógenos (Isman, 2006; Copping, 2007).

Bajo este contexto, la Universidad de Matanzas en coordinación con el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) participa en el Proyecto Nacional de Investigación "Productos basados en aceites esenciales para el control de plagas en semillas de interés económico", del Programa Salud Animal y Vegetal.

**Problema Científico:** Los granos constituyen parte de la canasta básica de la población cubana, sin embargo durante el almacenamiento se producen afectaciones por el ataque de coleópteros plagas y poco se conoce de la eficacia de extractos botánicos como alternativa de manejo agroecológico.

**Hipótesis:** La evaluación de la fauna de coleópteros nocivos asociados a granos almacenados, la descripción de sus daños y la implementación de un sistema de manejo agroecológico mediante extractos botánicos permitirá disminuir las afectaciones por plagas.

**Objetivo general:** Evaluar la incidencia de coleópteros plagas asociados a granos almacenados y su manejo mediante extractos botánicos.

### **Objetivos específicos:**

1. Diagnosticar taxonómicamente las especies de coleópteros asociados a granos de arroz, frijol, maíz y chícharo almacenados en dos entidades del MINAG y del MINFAR de la provincia Matanzas.
2. Evaluar la nocividad de las principales especies de coleópteros.
3. Determinarla eficacia insecticida de extractos botánicos de *Agave* spp., *Piper* spp. y *Citrus sinensis* O. como alternativas de manejo de coleópteros asociados a granos almacenados.

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

### **CAPÍTULO II- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

#### **2.1 Importancia económica de los granos.**

Los alimentos están compuestos por productos químicos y la mayoría de sus materias primas son de origen biológico. En el caso de los granos su valor fundamental se asienta en su función como fuente de energía al suministrar al organismo notables elementos nutritivos (carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales, enzimas y grasas), imprescindibles para el mantenimiento de la salud y la prevención de enfermedades. Granos como el arroz (*Oryza sativa* L.); frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), constituyen alimentos de presencia obligada en la dieta diaria de la población cubana.

En Cuba, el arroz, frijol y otros granos forman parte de la canasta alimentaria básica. El per cápita anual de frijol normado para la distribución a la población es de 6,9 kg, sin tener en cuenta el consumo de los comedores institucionales (Faure *et al.*, 2014).

El frijol y el chícharo aportan el 20 % de la proteína alimenticia consumida en todo el mundo; son ricos en carbohidratos y tienen alto contenido de hierro y fósforo. Aportan además B6 y otras vitaminas del complejo B; son mejores que los cereales como fuente de aminoácidos (MINCIN, 2014).

#### **2.2 Importancia económico-social del almacenamiento de granos y de otros alimentos.**

En el país dado el aumento de los precios de los alimentos en el Mercado Internacional, el costo de la canasta básica familiar rondará los mil millones de USD. Tal realidad y lo complejo que resulta distribuir los productos hasta cada punto, demandará del Estado y en particular del Ministerio de Comercio Interior (MINCIN), una mayor organización y eficiencia (Murillo, 2017).

La recuperación de los almacenes de la Unión Mayorista de Alimentos y la implementación de adecuadas tácticas de manejo constituye una necesidad para el país, toda vez que se requiere del almacenamiento anual en óptimas condiciones de 200 000 toneladas de alimentos, con mayor prioridad en las provincias de Ciudad de La Habana, Santiago de Cuba y Matanzas.

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

En el proceso de almacenamiento de granos y otros productos alimenticios a temperatura ambiente, deben cumplirse un conjunto de requisitos y condiciones que garanticen la integridad de su calidad referida a las características organolépticas, nutricionales e higiénico- sanitarias (Neninger *et al.*, 2014).

Si se considera que Cuba gasta más de 4 000 millones de dólares en la importación de alimentos para el consumo de 11,2 millones de personas y que en el 2002 las compras de frijoles superaron los 42 millones de dólares para cubrir solamente alrededor del 50 % de la demanda nacional, entonces es posible comprender cuan necesario resulta el almacenamiento en condiciones adecuadas de granos y alimentos en general (IPS, 2010).

### **2.3 Daños y Pérdidas económicas ocasionadas por plagas de almacén.**

A nivel mundial las pérdidas por plagas pueden alcanzar el 30 %, pero aclaran que estas pueden ser mayores y cercanas al 50 % en las zonas tropicales y subtropicales (FAO, 2017). El proceso de almacenamiento, acarrea en los granos riesgos de pérdidas en su calidad y cantidad que finalmente se convierten en pérdidas cuantitativas si el grano es consumido por insectos, ácaros, roedores, aves, microorganismos, etc. Cuando se habla de pérdidas en la calidad estas resultan más difíciles de definir ya que se reflejan en el valor económico del producto.

La FAO estimó que las pérdidas ocurridas en el mundo durante el almacenamiento de cereales, legumbres y semillas oleaginosas, eran del orden del 10 %, correspondiendo el 5 % a insectos, a ácaros y roedores el 4 % y el 1 % a hongos.

Estudios realizados en Cuba demuestran, que los granos y cereales sufren cambios negativos en sus características organolépticas, nutricionales cuando se someten a condiciones inadecuadas de almacenamiento y al ataque de plagas insectiles, microorganismos y roedores. En ello influye además las condiciones de recursos limitados y de clima tropical, que atentan contra la inocuidad de los alimentos (Miralles, 2008; Rey, 2014)

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

Cassini y Santajuliana (2008) consideran que los daños y perjuicios provocados por los insectos de los granos almacenados pueden ser similares a los causados a los cultivos y estiman que del 5 al 10 % de la producción mundial se pierde a causa de los insectos, lo que equivale a la cantidad de granos necesaria para alimentar a 130 millones de personas anualmente.

La naturaleza del daño causado por los insectos es muy variada. El que se considera más importante es el daño directo. Este consiste en el consumo del endospermo y del germen del grano con fines alimenticios y para la ovoposición del insecto. En consecuencia, disminuye considerablemente el valor nutricional del grano por unidad de peso y en el caso de las semillas, su poder germinativo. Los indicadores que más afectan la calidad en condiciones de almacenamiento son la sanidad y color de los granos por lo que después que el grano es dañado por los agentes nocivos es común que ocurra una reducción importante en su valor (Castillo, 2010).

Los daños que ocasionan los ataques de insectos en los alimentos almacenados repercuten en la calidad y valor comercial de los mismos. Al analizar estos daños, Vázquez (1986) considera muy frecuentes las contaminaciones con los detritos de los insectos y el polvo que generan al consumir los granos, la presencia de huevecillos, larvas, individuos muertos, restos de pupas y aglomeraciones sedosas tejidas por algunas larvas durante su desarrollo.

Anualmente en Cuba se decomisan como promedio, 7 000 kilogramos de productos alimenticios en los cuales se detectan plagas (IPS, 2010). Para lograr las óptimas condiciones resultan necesarias la prevención y control de insectos nocivos que pueden constituir plagas de almacén o contaminarlos alimentos.

En las perforaciones que hacen los insectos al alimentarse o depositar sus huevos, estos consumen la masa de los granos ocasionando la disminución de su peso lo que se traduce en la pérdida de la biomasa del grano. Romero (2007) señala que todos los insectos que son considerados plagas de almacén causan daños en mayor o menor grado, dado que algunas especies consumen los productos durante su etapa de desarrollo (larvas de lepidópteros) y otras lo realizan permanentemente durante todo su ciclo vital con mayor o menor incidencia (coleópteros).

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

La importancia de las plagas en los productos almacenados, no solamente se expresa en las pérdidas de peso; aunque son cuantiosos los daños por consumo directo del producto (CNSV, 2006). En la provincia de Matanzas durante el período abril-junio del 2006, se constataron pérdidas de 29 200 t de alimentos almacenados (Miralles, 2008).

### **2.4 Métodos de muestreo y captura de insectos en almacenes.**

Los métodos de inspección para detectar la presencia de insectos plagas en almacenes y silos responden a la necesidad de conocer las especies causantes de los daños, su posible número y efecto sobre los productos almacenados. Con este fin, desde 1978, Cuba aplica las directivas de la Dirección General de Sanidad Vegetal que contienen los procedimientos para la inspección visual y la toma de muestras en almacenes.

Esta puede realizarse con la utilización de trampas de sonda, trampas de feromonas, tamices y otros equipos. Siguiendo estas directivas, Vázquez *et al.*, (1998) usando granos de algarrobo, maní, arroz y trigo han obtenido resultados con un 68 % de efectividad en la captura de insectos sobre granos y harinas.

El MIP debe llevarse a cabo con medidas “preventivas” y “curativas” con una amplia gama de posibilidades. Habrá siempre algún riesgo de plaga que se introduzca en un almacén, silo o instalación industrial o esté en algún reservorio y no haya sido detectada. Sin embargo, con las inspecciones regulares por el personal competente, acoplado con el necesario compromiso de todos, estos riesgos pueden reducirse a un mínimo y las fumigaciones u otros tratamientos totales, solo se usarán como un último recurso en el caso de infestación aguda (CNSV, 2006).

Basado en el análisis de los diagnósticos y monitoreos realizados y la experiencia del personal de la instalación, se debe establecer como llevar a cabo el sistema MIP con la participación de los actores relevantes. Si los alimentos son almacenados por periodos prolongados, frecuentes inspecciones deben llevarse a cabo. Si los alimentos son almacenados por más de 3 meses, estos deben inspeccionarse completamente antes de su despacho.

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

### **2.5 Factores ecológicos que afectan el almacenamiento. Relación clima –plaga e influencia de la temperatura en el comportamiento de los insectos.**

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 humedad y temperatura para su desarrollo, reproducción y mantenimiento en el ambiente.

Las altas temperaturas y la humedad de los granos, junto con el agrupamiento de los mismos, proporcionan las condiciones que aceleran el desarrollo de las plagas. Los insectos pueden alcanzar poblaciones de gran cuantía en silos o almacenes que no son revisados, llegando a encontrarse en falsos pisos, conductos de ventilación, equipos usados para mover granos, o en granos descartados como basura (Krischik y Burkholder, 2003).

Piedra (2006) señala que la temperatura y la humedad contribuyen de manera determinante a acelerar o retrasar los procesos bioquímicos que conducen a la degradación de los granos. 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. La temperatura (15-35 °C) ejerce una influencia directa sobre el ritmo de desarrollo de estos.

El almacenamiento se considera una etapa final del proceso de producción y puede verse afectado por factores disímiles. Entre ellos se incluyen el uso de semillas no seleccionadas, condiciones adversas durante la cosecha, el ataque de plagas y enfermedades durante la etapa de campo, la permanencia innecesaria del producto en la planta tras la maduración fisiológica, los daños mecánicos en la cosecha, limpieza, transporte, clasificación y manejo del grano en general, el secado inadecuado o inoportuno o un incorrecto almacenamiento (Silva, 2009).

Por lo tanto se hace necesario que durante el período de almacenaje, la conservación y la protección de los granos se realice de una manera segura, eficiente, técnicamente viable y económicamente factible (CNSV, 2006). Un elemento de importancia mayor radica en la presencia de organismos plagas de permanencia estable en los depósitos y que no han sido controlados con

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

eficiencia. Estos son focos permanentes de reinfestación y destacan indicios de manejos inadecuados de las instalaciones de almacenamiento.

Según Domínguez *et al.*, 2009 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.

### **2.6 Incidencia de plagas de insectos en almacenes de alimentos y de semillas agrícolas.**

Según Vázquez y Fernández (2007) las plagas de almacén son aquellos organismos que afectan las semillas durante la fase de procesamiento y almacenamiento. Estas afectaciones pueden ocasionar pérdidas en cantidad y calidad de las semillas. Muchas veces se le resta importancia porque hay ciertas semillas dañadas y otras no, pero esto es aparente, ya que hay fases de la afectación que se desarrollan en el interior de la semilla y no se observa a simple vista, sin embargo, imposibilitan su germinación.

Por lo general estos organismos son insectos y ácaros, aunque también pueden ser roedores, aves, hongos, bacterias y virus (fitopatógenos, saprofitos y toxicogénicos).

Estas plagas pueden presentarse desde el campo, cuando atacan los granos en la planta generalmente en su etapa final, muy cercanos a la cosecha, durante la fase de cosecha y su procesamiento (limpieza, secado, etc.) y en la etapa de almacenamiento. Esto obliga al agricultor a estar alerta en todo momento.

López *et al.*, (2007) explican que los insectos de almacén por lo general son pequeños, prefieren los sitios oscuros, son capaces de esconderse en grietas muy reducidas y se caracterizan por su elevada capacidad de reproducción, lo que permite que pocos insectos formen una población considerable en muy poco tiempo.

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

Esta variabilidad de los hábitos de vida de las plagas provoca que muchas se enmascaren en los productos y no aparezcan cuando se realiza la recepción de los mismos en los almacenes u otros lugares de conservación sino hasta un tiempo después. Este fenómeno se conoce como infestación oculta y termina desarrollando una nueva reinfestación.

### **2.7 Principales órdenes y familias de insectos que atacan granos almacenados: etología de las especies.**

Mendoza y Gómez (1982) y Bouchardi *et al.*, (2005) refieren que para los productos alimenticios almacenados existen dos órdenes de insectos que son considerados las principales plagas: Coleoptera y Lepidoptera.

Dentro del primero Vázquez y Martín, (1978) y Vázquez, (1986) consideran como las familias más representativas a: Histeridae, Dermestidae, Anobiidae, Ptinidae, Bostrichidae, Trogodostidae, Cleridae, Nitidulidae, Cucujidae, Silvanidae, Erotylidae, Lathridiidae, Mycetophagidae, Tenebrionidae, Anthicidae, Bruchidae, Anthribiidae y Curculionidae. Dentro del orden Lepidoptera se incluyen las familias Tineidae, Momphidae, Gelechiidae y Pyralidae, con un total de 60 especies para los coleópteros y de 15 para los lepidópteros. Otros órdenes, como Psocoptera, también poseen representantes en estas categorías como la familia Liposcelidae.

Según López *et al.*, (2007) en el grupo de las plagas primarias se incluyen al gorgojo del trigo (*Sitophilus granarius* Linnaeus), al gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae* Linnaeus), al gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), el taladrillo de los cereales (*Rhizopertha dominica* Fabricius), el barrenador del grano (*Prostephanus truncatus* Horn) y el gorgojo pinto (*Zabrotes subfasciatus* Boheman).

También resultan insectos de importancia económica la carcoma del tabaco (*Lasioderma serricorne* Fabricius), el gorgojo de las judías (*Acantoscelides obtectus* Say), el trogoderma del grano (*Trogoderma granarium* Everts), la polilla del arroz (*Corcyra cephalonica* Stainton), el escarabajo de grano extranjero (*Ahasverus advena* Waltl), la carcoma dentada (*Oryzaephilus*



## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

*surinamensis* Linnaeus), y la palomilla de los cereales (*Sitotroga cerealella* Olivier), entre las más importantes.

Las larvas de este tipo de plaga se alimentan del interior del grano y abren las puertas para el ataque de las plagas de infestación secundaria (CNSV, 2006). Estas últimas necesitan para su desarrollo que el grano almacenado esté dañado, ya sea por un insecto de infestación primaria o debido a alteraciones en los procesos de cosecha, manipulación y acondicionamiento.

Dentro de este grupo se incluyen el tribolio castaño (*Tribolium castaneum* Herbst), el tribolio confuso (*Tribolium confusum* Jacquelin Du Val), la carcoma achatada (*Cryptolestes pusillus* Schoenherr), la polilla de la harina (*Ephestia kuehniella* Zeller), el gorgojo negro de la harina (*Tenebrio molitor* Linnaeus), el gorgojo negro del maíz (*Tenebrionides mauritanicus* Linnaeus), el gorgojo grande del grano (*Sitophagous hololeptooides* Laporte) y el piojo de los cereales (*Liposcelis* sp.), entre otras.

Los insectos también pueden afectar la cosecha que se almacena para consumirla posteriormente, tanto por el hombre como por los animales domésticos, como es el caso de los granos. El manejo de estas plagas cuando la cosecha se va a consumir debe realizarse en el menor tiempo posible, para minimizar la contaminación con plagas, principalmente polillas y gorgojos (Vázquez y Fernández, 2007)

Romero (2000) expresa que los insectos al incidir en los productos almacenados pueden ocasionar daños de tipo directo o indirecto:

- Daños directos: Relacionados con la actividad del insecto en su alimentación. Se definen como la pérdida de peso del grano, la reducción del poder germinativo y del valor nutritivo, la presencia de insectos, partes de ellos, huevos, pupas, heces, etc.
- Daños indirectos: Identificados con el calentamiento y migración de la humedad de los granos, el reservorio de enfermedades, la distribución de hongos y microorganismos y el tratamiento con insecticidas.

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

La importancia de estos insectos resulta relativa pues depende mucho del interés del producto y las condiciones de almacenamiento. Para Vázquez (1986) la importancia de las especies conocidas es posible indicarla de acuerdo con la incidencia y adaptabilidad a las diversas condiciones ambientales:

1. Muy dañino, frecuente y bien adaptado a nuestras condiciones, que requiere medidas preventivas y de control.
2. Dañino y frecuente pero manifestado en bajas poblaciones y en algunas ocasiones requiere medidas efectivas de prevención y control.
3. Menos dañino y poco frecuente, bien adaptado a nuestras condiciones y generalmente no se requieren medidas preventivas y de control.

López *et al.*, (2007) corroboran que las plagas primarias son aquellas especies que cuentan con un aparato bucal masticador muy fuerte con el que perforan el pericarpio del grano para alimentarse y ovipositar prefiriendo en muchos casos la zona del embrión.

Los insectos considerados plagas secundarias, cuyos aparatos bucales no son capaces de romper la superficie de los granos, actúan alimentándose del grano quebrado por otros insectos, del polvo residual de la acción de estos y de la harina (Pascual y Estal, 2004).

### **2.8 Principales especies plagas en granos almacenados. Descripción.**

Se informa una amplia lista de plagas insectiles encontradas en granos almacenados en Cuba, principalmente insectos de los órdenes Coleoptera y Lepidoptera. Entre los coleópteros de mayor nocividad se citan a: *Acanthoscelides obtectus* (Say), de la familia Bruchidae; *Sitophilus granarius* (L.) y *Sitophilus oryzae* (L.) (Curculionidae); *Lasioderma serricorne* (F.), de la familia Anobiidae; *Cryptolestes ferrugineus* (Steph.), de la familia Cucujidae y *Tribolium castaneum* (Hbst.) perteneciente a la familia Tenebrionidae (Vázquez, 1996; Domínguez y Marrero, 2010).

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

Además se informan con alta incidencia a *Rhyzopertha dominica* (F.) y *Prostephanus truncatus* (Horn), de la familia Bostrichidae; *Trogoderma granarium* Everts, de la familia Dermestidae. Entre los lepidópteros más importantes se encuentran: *Ephestia cautella* (Wlk.), *Ephestia elutella* (Hbn.) y *Ephestia kuehniella* (Zell.), de la familia Phycitidae; *Sitotroga cerealella* (Oliv.), de la familia Gelechiidae y *Corcyra cephalonica* Stainton, de la familia Pyralidae.

Ante una producción estacional de cereales, el hombre ha recurrido al almacén de granos desde hace años. Durante este almacenamiento pueden presentarse diversos factores que deterioran la calidad de los granos, entre ellos, los insectos- plaga ocupan el primer lugar en importancia. Si no existe un control preventivo adecuado, estos insectos encuentran un ambiente favorable para su crecimiento y desarrollo, donde pueden expresar en gran medida su potencial reproductivo y de alimentación.

Domínguez y Marrero (2010) informaron como plagas claves de granos en la provincia de Matanzas a las especies de coleópteros *Sitophilus zeamais* Motsch. (Picudo del maíz), *Sitophilus oryzae* (L.) (Picudo del arroz), *Prostephanus truncatus* (Horn.) (Barrenador grande de los granos), *Rhyzopertha dominica* (Fabricius.) (Barrenador pequeño de los granos), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Gorgojo de tórax aserrado), *Acanthoscelides obtectus* (Say.) (Gorgojo del frijol) y *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Gorgojo pinto del frijol).

### 2.8.1 Descripción de las principales especies.

#### 1. *Acanthoscelides obtectus* Say:

**Nombre común:** Gorgojo de las judías.

**Aspecto:** El adulto mide 3-5 mm, es de color amarillo verdoso hasta olivo, con manchas longitudinales grises. El extremo abdominal es rojizo. Las larvas son semejantes a gusanos blancos, tienen pubescencia y llegan a medir hasta 4 mm.

**Biología:** La hembra deposita un promedio de 40-50 huevos aislados entre las judías y en países cálidos, también en los cultivos de las legumbres en maduración. En una judía pueden

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

desarrollarse varias larvas. Antes de empupar prepara un agujero redondo “ventana”, que solo está recubierto por el tegumento de la semilla.

**Distribución:** En casi todos los países cálidos del mundo. En climas más templados y en depósitos.

**Daños:** Ataca leguminosas, especialmente judías. Se puede reproducir indefinidamente en leguminosas secas que permanecen en depósito (CNSV, 2006).

### **2. *Sitophilus oryzae* Linnaeus. (Coleoptera: Curculionidae).**

**Aspecto:** Semejante al gorgojo de los cereales, 2.3 a 3.5 mm de largo, diferenciándose de este por cuatro manchas rojizas sobre los élitros parduzcos.

**Descripción:** Los adultos son de color café rojizo y de 2,5-3 mm de largo. La cabeza termina en un rostro largo en el cual están las piezas bucales, muy poderosas. Los ojos son grandes y se hallan a los lados de las mandíbulas. El cuerpo es muy esclerosado, con finos pelos, los élitros cubren el abdomen por completo y poseen cuatro manchas amarillo- rojizas que le son características.

Los bordes del pronoto son redondeados. Lleva en todo el cuerpo líneas punteadas. Patas largas con fémures fuertes, son buenos caminadores. Antenas acodadas, con 11 segmentos y un largo escapo agrandado abruptamente y ubicadas cerca de la boca. Las larvas, sin patas, tienen el cuerpo pequeño, gordo y blanquecino y la cabeza bronceada en la que tienen fuertes mandíbulas.

**Distribución:** Cosmopolita y difundido por el comercio de cereales. De gran importancia en países tropicales y subtropicales.

**Bioecología:** Como el gorgojo de los cereales se desarrolla dentro del grano, este necesita más calor que el alimento y se desarrolla por encima de aproximadamente 13°C. Soporta mal las temperaturas invernales de zonas templadas y en climas tropicales el ciclo puede durar solo un mes (CNSV, 2006).

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

Es muy común en zonas cálidas, donde se reproduce continuamente, desarrollándose a temperaturas que varían entre los 17 y 34 °C. Algunas veces infecta los granos tanto en el campo como cuando están almacenados. Se desarrolla dentro del grano y soporta mal los climas invernales. Su ciclo de vida se alarga desde los 30-50 días. Deposita sus huevos en los granos en una cámara que perfora y luego tapa. Puede llegar a depositar hasta 300 huevos aislados, los cuales cubre con una sustancia gelatinosa. Al nacer, las larvas se alimentan del interior del grano hasta transformarse en pupas. Al llegar al estado adulto perforan el grano y salen al exterior dejando un orificio redondo característico. De acuerdo a las condiciones de la temperatura la duración de su ciclo puede acortarse.

**Daños:** Se difunde ampliamente entre todos los cereales. Las larvas pueden también desarrollarse en fideos, trigo, frijoles, piñones, castañas y semillas de algodón. El adulto puede también alimentarse de harina, galletas, obleas, pan blanco, tabaco y semillas de cáñamo. Sus mayores daños se concentran según Domínguez y Marrero (2010) en trigo, maíz, arroz, sorgo, harina, pan, chícharos, fideos, etc. Es la plaga más destructiva entre todos los productos alimenticios en almacén, se considera plaga primaria (Vázquez (1986); Romero (2000); López *et al.*, (2007).

### **3. *Sitophilus zeamais* Motschulsky. (Coleoptera: Curculionidae).**

**Descripción:** Este gorgojo, también llamado gorgojo grande del cultivo, es semejante a *S. oryzae* pero de proporciones más elevadas (3,3-5 mm) y sus manchas rojizas sobre los élitros denotan una delineación más marcada. En las zonas del Trópico el adulto puede volar llegando incluso a los cultivos. El resto de sus caracteres morfológicos coinciden con *S. oryzae*.

**Bioecología:** Se desarrolla dentro del grano y para su reproducción se comporta como las otras especies de *Sitophilus* sp., aunque requiere de más calor, en climas invernales su desarrollo sufre afectaciones.

**Daños:** Ataca todo tipo de cereales: maíz, trigo, cebada, arroz (CNSV, 2006). Las larvas pueden también desarrollarse en fideos, trigo sarraceno, arvejas, piñones, castañas y semillas de algodón.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

El adulto puede también alimentarse de harina, galletas, obleas, pan blanco, tabaco y semillas de cáñamo. A menudo se encuentra en compañía de *S. granarius* o de *S. oryzae*. Según criterios de Vázquez (1986), Romero (2000) y López *et al.*, (2007) es una plaga primaria.

### 4. *Sitophilus granarius* (L.):

**Nombre común:** Gorgojo del trigo.

**Aspecto:** Gorgojo de 2,5 a 5 mm de largo, pardo negruzco (recién nacido pardo rojizo claro). Cabeza prolongada en un rostro o pico. Tórax alargado y cónico hacia la cabeza y con puntuaciones ovales en su dorso. Élitros soldados y con surcos longitudinales. El insecto no puede volar.

**Biología:** La hembra deposita un huevo en una camarita que practica en el grano y luego lo tapa. Posteriormente nacen las larvas que se alimentan en el interior del grano hasta que se transforman en pupas. Cuando nace el adulto perfora el grano y sale del medio ambiente. El ciclo depende de la temperatura, a 14-16°C, aproximadamente 42 días. En zonas templadas hay de 2 a 3 generaciones al año.

**Distribución:** Cosmopolita.

**Daños:** De gran importancia en cereales almacenados en países de clima templado. Los daños son ocasionados especialmente por las larvas. Se encuentra preferentemente en trigo y centeno pero también en maíz, cebada, arroz, sorgo, trigo y con menos frecuencia en avena. El gorgojo también come ocasionalmente harina, trigo triturado y fideo. En caso de fuertes infecciones el cereal se calienta y humedece, formándose mohos. Favorece el ataque de otros insectos plagas de granos almacenados.

### 5. *Carpophilus hemipterus* L. (Coleoptera: Nitidulidae).

Según Mendoza y Gómez (1982) las especies de coleópteros de esta familia se identifican por sus antenas peculiares. James y Vogele (2009) indican que *Carpophilus humeralis* Fabricius y

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

*Carpophilus mutilatus* Ericsson (Coleoptera: Nitidulidae) se desarrollan óptimamente en un rango de temperatura de 27 a 37,5 °C; mientras que otros individuos como *Carpophilus hemipterus* (Linnaeus) pueden vivir y desarrollarse sin dificultad entre 20 y 43,5 °C.

Según Vázquez y Fernández (2007) el conocimiento de la bioecología de los insectos plagas, de la relación insecto-clima y de los requerimientos abióticos (umbral térmico) es de gran importancia fitosanitaria. Además el seguimiento de las variables del clima es decisivo y forma parte de la tradición de los agricultores, pues le indican constantemente decisiones sobre el manejo de la siembra, el cultivo y la cosecha, entre otros componentes.

### **2.9 Medidas para el manejo fitosanitario de granos en almacenes.**

En Cuba está establecido y vigente el Sistema de Normas Sanitarias de Alimentos (SNSA), que agrupa un conjunto de normas de obligatorio cumplimiento y regulan lo relacionado con el aspecto higiénico-sanitario de los productos alimenticios sin excepción, para su almacenamiento, manipulación, transportación, envasado, embalado, entre otras cuestiones. Los métodos de control de plagas empleados en productos almacenados son de variada naturaleza, entre los que se encuentran: el control físico, químico y biológico.

En un estudio realizado por una comisión creada por el Ministerio del Comercio Interior, destinado a comprobar *in situ*, las condiciones constructivas e higiénico-sanitarias de los locales de almacenamiento del país, se determinó que el 93 % de dichas instalaciones requerían de inversiones para su reparación.

Según Vázquez y Fernández (2007), el grano que se almacena debe estar libre de contaminaciones con resto de cosechas, plagas, granos partidos o dañados mecánicamente, etc., esto disminuye las posibilidades de afectación por ciertas plagas secundarias durante el almacenamiento. Para lograr este propósito deben tomarse una serie de medidas como:

- No emplear sacos o envases contaminados por plagas (deben lavarse cuidadosamente y secarlos al sol, desinfectarlos mediante su inmersión en agua hirviente).

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

- El lugar donde se va a almacenar debe estar libre de residuos vegetales y de otros granos o semillas almacenados desde la cosecha anterior.
- La ubicación de los sacos u otros envases debe ser sobre estantes, no directamente sobre el piso.
- El local de almacenamiento debe estar fresco y ventilado.

### **2.10 Manejo Integrado de Plagas (MIP) en almacenes.**

Para la adopción de Programas MIP en un almacén de granos destinados a la alimentación o como semilla agrícola es necesario considerar que todas las especies insectiles tienen las siguientes particularidades:

- Necesidades de nutrición, adecuada temperatura para el crecimiento y desarrollo, hábitat seguro y tiempo para completar su ciclo de vida, habilidad de invadir o penetrar un sitio dado.
- La exclusión de cualquiera de estos factores puede reducir significativamente sus oportunidades de supervivencia.

En la implementación de un sistema de MIP en una instalación se deben supervisar todas las áreas y revisar el cumplimiento del programa de trabajo continuamente. Es necesario tener en cuenta las plagas reales y el riesgo potencial, incluso los chequeos sobre materiales entrantes, artículos, maquinaria y vehículos, aunque se proporcione al mismo tiempo medidas preventivas a través del uso de trampas de cebo, trampas de feromonas, adecuada limpieza y mantenimiento (CNSV, 2006).

Para alcanzar un resultado satisfactorio, se requiere quitar o reducir la causa original y las condiciones favorables a la ocurrencia de plagas. De esta manera es como se alcanza una solución permanente, sin una dependencia de los químicos, creando menos problemas al ambiente o a la salud y menor riesgo al desarrollo de resistencia por plagas. Esto quiere decir que además de las recomendaciones sobre métodos de prevención que se incluyen en el programa de manejo,



## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

resultan importantes las innovaciones de las personas que trabajan en las instalaciones, sean directivos, especialistas, técnicos, obreros, etc.

Cada instalación tiene sus particularidades y por tanto el éxito en el manejo de los problemas de plagas, depende mucho del sistema que exista para analizar integralmente su funcionamiento e incorporar las innovaciones que propiamente se generen y valoren, siempre que existan momentos en que de forma participativa todos tengan la posibilidad de aportar sus experiencias u observaciones. El objetivo se logra mejor, al evitar el acceso de plagas o reduciendo las oportunidades de supervivencia, a través de las medidas preventivas que incluyen una adecuada limpieza y prácticas de mantenimiento de la instalación, monitoreo de plagas y de temperatura y humedad del alimento almacenado, del ambiente y las inspecciones regulares por el personal calificado, combinadas con los tratamiento cuando sea necesario.

La característica del MIP es la flexibilidad del sistema, este no puede ser rígido. Cada almacén, silo o molino debe adoptar su sistema de MIP siguiendo sus propios objetivos, la legislación y los parámetros escogidos, como la salud, la seguridad y los requisitos del usuario. Se realizarán los tratamientos químicos solamente donde sean necesarios como parte del MIP y deben ser limitados hasta donde sea posible y los plaguicidas a escoger deben ser aquellos que conduzcan al menor impacto medioambiental. Los residuos de los tratamientos deben estar por debajo de los Límites Máximos de Residuos regulados.

La opción de un plaguicida o tratamiento particular debe afectar y alterar las necesidades del sistema y viceversa. La situación podrá ser diferente de lugar a lugar, dependiendo del producto, la plaga, la temperatura, la construcción civil, volumen a tratar, tiempo de almacenado, el ritmo de la producción o salida del almacén, exigencia del cliente, actitud de la dirección, obreros y otros y así sucesivamente. Generalmente, las grandes empresas o unidades, son las más complicadas, con un mayor riesgo potencial de infestación de plagas.

El objetivo del MIP es ser capaz en cualquier momento, de proponer soluciones eficaces, económicas y ambientalmente seguras a problemas de plagas, dentro de los límites de tolerancia

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

fijados por autoridades competentes. Este proceso es controlado y supervisado por un plan detallado de las actividades que se llevarán a cabo, prescrito a través de los Procedimientos Normalizativos Operativos (Rey, 2014).

El Sistema de Análisis de Peligros, Puntos Críticos y de Control (HACCP), NC 136 /2007, tiene un fundamento científico y carácter sistemático, que permite identificar los peligros específicos y medidas de control, con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos. Es un instrumento para evaluar los peligros y establecer un sistema de control basado en la prevención, en lugar de basarse en los ensayos del producto final.

Es importante en un Sistema HACCP vigilar en las paredes y piso del interior con todos sus componentes, monitorear la temperatura y la humedad y aplicar medios biológicos. Se debe conducir la inspección visual hacia los registros de limpieza, las réplicas de temperatura, el control de tratamientos y el control de muestreo. Se elabora, por cada organismo correspondiente, el manual de manejo integrado de plagas, según las características propias de los productos a almacenar (Neninger *et al.*, 2014).

### **2.11 Control químico de insectos plagas de almacén.**

El desarrollo de la Agricultura moderna responde en gran medida al uso de plaguicidas sintéticos, sin embargo, estos han sido responsables de graves problemas (Pino *et al.*, 2008).

Como tendencia en Cuba, las intervenciones se realizan con fumigantes, sustancias químicas en estado gaseoso a temperatura ambiente. La difusión de un tratamiento con fumigante depende de sus propiedades físicas. Por esta razón, es esencial que el personal encargado de esto, tenga un adecuado entendimiento de las propiedades de los fumigantes y de la afectación que podría provocar el resultado de la fumigación.

Para el control de insectos plagas en granos de garbanzo almacenado se han utilizado productos químicos como el ácido cianhídrico y más reciente Actellic CE 50 (Pirimifos-metilo) con resultados satisfactorios en el control (CNSV, 2006).

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### 2.12 Uso de insecticidas sintéticos para el control de coleópteros.

A nivel internacional los granos almacenados se han intervenido con el bromuro de metilo, que es un potente producto químico, empleado además en Cuba con resultados muy efectivos como fumigante en el tratamiento erradicativo de plagas de insectos que atacan a los granos y cereales almacenados por largos períodos de tiempo. No obstante, se enfatiza que constituye una sustancia agotadora de la capa de ozono, por lo que su uso debe ser eliminado totalmente, según el Protocolo de Montreal, del cual Cuba es signataria (Neninger *et al.*, 2014).

En almacenes es de amplio uso además el tratamiento de nebulización, que normalmente se lleva a cabo con insecticidas piretriodes y organofosforados. Se rocía como una niebla fina o llovizna en el espacio de aire, los restos de la llovizna se suspenden en el aire por algún tiempo y los insectos entran en contacto con esta. La nebulización es de efecto limitado, ya que no pueden penetrar los lugares tales como alimentos ensacados, maquinarias, hendiduras, etc. donde los insectos se esconden y desarrollan. Además estos formulados no tienen efecto residual y puede causar mortalidad en insectos beneficiosos, particularmente los parasitoides de lepidópteros nocivos (polillas) (CNSV, 2006).

La fosfamina en forma de rápida generación de gas ha tenido gran progreso, es una importante alternativa en algunas aplicaciones. Actualmente en Japón se instala fuera de los silos un equipo de generación acelerada de gas y se usa para el control de plagas no cuarentenadas en trigo importado. El ioduro de sulfurilo y este mezclado con metil isotiocianato están registrados para madera en Japón y se prevé registrarlos en productos cuarentenados (Tateya y Mizobuchi, 2005).

En casos de infestación severa de coleópteros como *L.serricorne*, se utilizó como método de control la termonebulización ambiental con Pibutrín. Cuando se detectó infestación persistente, se fumigó con fosfatina (Magdariaga y La Vega, 2005).

Miralles (2008) señaló que entre los insecticidas empleados para el control de coleópteros y lepidópteros plagas en almacenes del país se incluyen el clorpirifos y piretroides (Permetrina,

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

Deltametrina, Cipermetrina) entre otros. Ellos pueden aplicarse como formulaciones líquidas agregadas directamente al contenedor de granos y en aplicaciones preventivas en granos ensacados. Los tratamientos a la superficie con Clorpirifos o Deltametrina se rocían en los agujeros y hendiduras donde los insectos pueden esconderse o como una faja continua en lugares donde los insectos entran en contacto con el insecticida cuando se desplazan.

Entre los productos que se usan frecuentemente en Cuba se encuentran: la fosfamina, el Pibutrín. Sin embargo estas formulaciones son importadas y mantienen elevados precios en el mercado internacional: Fosfamina- 14, 00 CUC /Kg + \$ 10,54 MN; Pibutrín- \$ 7,55 y 8,23 CUC /L

Bajo las condiciones de Cuba, la principal alternativa directa al bromuro de metilo como medida de control en esta etapa de trabajo, lo constituye, la optimización del uso de fosfamina, lo que se fundamenta en que este fumigante es el más generalizado en el mundo con resultados satisfactorios. En Cuba se tiene una larga experiencia de uso en productos almacenados. Igualmente se deberá trabajar en la evaluación, registro y uso de otras moléculas de fumigantes y plaguicidas. Están directamente involucrados en este objetivo, diferentes organismos de los ministerios MINCIN, MINAL, MINAGRI, MININT, MINAZ, MITRANS (Unión Portuaria) y MINSAP.

Para el control de *L.serricorne*, se emplean productos que resultan altamente tóxicos para el hombre y que dañan seriamente el medio ambiente. En la Unidad Empresarial de Base Alfredo López Brito de la localidad de Cabaiguán para el control de esta especie se aplicaron los insecticidas sintéticos Fosfatina y Acrilón, utilizados con frecuencia bimensual para lograr reducir los daños de la plaga. Estos productos químicos se importan con un alto costo y por consecuencia su excesivo consumo implica grandes gastos a la unidad (Pérez y Suris, 2011).

CNSV (2006), establece la aplicación de una tab/m<sup>3</sup> de fosfamina, para el control de plagas en almacenes. De acuerdo a esto se deben cumplimentar dos fumigaciones en ciclos de 60 días a las áreas y las cuatro fumigaciones, en ciclos de 30 días, para el área donde se almacenan productos como la capa de tabaco. Esto implicaría un gasto de \$1138,32 y 1058,40 en CUC.

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

### **2.13 Impactos a la salud y el medio ambiente de insecticidas sintéticos en almacenes**

En cuanto a la salud de los trabajadores, por el uso de fosfamina se comprobó mediante entrevista persona a almaceneros, la aparición de enfermedades respiratorias y alérgicas. La fosfamina es un producto extremadamente tóxico y siempre que se realizan mediciones de concentración así como en la ventilación y el retiro de las tabletas, se originan en los trabajadores molestias como son fatiga, dolor de cabeza, falta de aire y otros síntomas de intoxicación por lo que siempre que podemos prescindir de la fumigación, se eliminan también estas molestias.

### **2.14 Uso de insecticidas naturales en el control de plagas de almacén.**

La contaminación es uno de los problemas ambientales de Cuba. La agricultura tributa a este problema, de ahí que la disminución del uso de plaguicidas se tenga en cuenta en la formulación y aplicación de las políticas agroambientales del MINAG; su control permite conocer cómo se aplican, y para ello es necesario disponer de indicadores comparables en el tiempo (Pérez *et al.*, 2017).

Estudios científicos corroboran que los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) son una de las sustancias más peligrosas que se liberan al medio ambiente. Son altamente tóxicos y causan una gran variedad de efectos perjudiciales a la salud de los seres humanos y la fauna silvestre.

Son persistentes y poseen la capacidad de evaporarse y desplazarse a largas distancias, a través del aire y el agua y se acumulan en el tejido adiposo de los seres vivos. En La Habana y Pinar del Río, el INISAV realizó la determinación de plaguicidas COPs y Bifenilos policlorados (PCBs) en muestras de aire, suelo y sedimento con el objetivo de contribuir al plan de monitoreo nacional de COPs como parte del Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes en Cuba (Romeu *et al.*, 2007)

En la actualidad existe una tendencia mundial hacia la búsqueda de métodos alternativos que proporcionen resultados en el control, pero sin los riesgos que implica el uso de plaguicidas de alta toxicidad para el hombre y el medio ambiente. Dentro de estos métodos se encuentra el uso de

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

metabolitos secundarios de origen vegetal, de diferentes especies de plantas. Estos productos presentan múltiples propiedades: efectos repelentes, ovicidas e insecticidas; entre otros (Benzi y Ferrero, 2009; Sabbour, 2010).

El uso excesivo durante décadas de plaguicidas químicos en la agricultura ha despertado preocupación en el sector científico y en la población a nivel mundial. Estos productos contaminan el medio ambiente y constituyen un peligro para la salud humana y animal; por lo cual, la búsqueda y la formulación de bioproductos de origen botánico que permitan el control de plagas y enfermedades en los cultivos de interés agrícola, constituye un campo de constante investigación (Granados-Echegoyen *et al.*, 2015).

Los insecticidas botánicos son considerados de bajo riesgo, se han utilizado tradicionalmente por las comunidades humanas y constituyen una alternativa atractiva y segura de desarrollo ambiental a los insecticidas sintéticos para el control de vectores y plagas (Tennyson *et al.*, 2012). Aunque quizás exista cierto rechazo a la utilización de estos bioproductos en almacenes e instalaciones de alimentos para el hombre, las experiencias han demostrado que son factibles, ya que no afectan a los productos, ni a las personas. Por supuesto requiere de ciertos cuidados relativos al momento y la forma de aplicación, como sucede también con los productos químicos.

Los aspectos fitosanitarios que se presentan en los sistemas agrarios del país bajo condiciones tropicales se abordan con nuevos enfoques sobre la base del desarrollo de prácticas agroecológicas con una reducción sustancial en el uso de los plaguicidas químicos sintéticos. La utilización del insecticida natural Tabaquina aprovechando los subproductos de la industria tabacalera ha sido una de las medidas para el desarrollo de las actividades agrícolas como alternativa ecológicamente sostenible cuando se trata del control de organismos nocivos en cultivos agrícolas (Pérez-Infante, 2017).

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### 2.14.1 El género *Agave* L.: potencialidades como plaguicida natural.

El género *Agave* pertenece a la familia de las Agaváceas y comprende numerosas especies originarias de las zonas desérticas de América (Elicriso, 2017). Existen cerca de 200 especies, ubicadas mayormente en el centro y norte de México (Info Rural, 2017).

Los agaves, en general, presentan numerosos metabolitos de importancia en la industria biofarmacéutica y alimenticia. Los compuestos bioactivos más importantes encontrados en este género son las saponinas, los fructanos, los alcaloides y los compuestos polifenólicos, entre estos últimos abundan los taninos, los terpenos y los flavonoides (Kumar *et al.*, 2014; Zhao *et al.*, 2014; Widsten *et al.*, 2014).

Además de las propiedades y usos referidos anteriormente a este género, los agaves se consideran una fuente importante de metabolitos secundarios. Estudios fitoquímicos de extractos de hojas y raíces de varias especies de agaves muestran una riqueza en compuestos químicos como alcaloides, saponinas, terpenoides, cumarinas, azúcares reductores, inulina, fructanos, fenoles, etc. (Chigodi *et al.*, 2013; Almaraz-Abarca *et al.*, 2013).

Estos elementos presentan numerosas propiedades como antibactericidas, antifúngicas, medicinales, prebióticas y fitorremediadoras (Reddy *et al.*, 2013; González-Valdez *et al.*, 2013; Omodamiro *et al.*, 2014).

Las saponinas son importantes para la obtención de sustancias esteroideas llamadas sapogeninas, específicamente hecogeninas y tigogeninas, mediante un proceso de hidrólisis ácida (Zhang *et al.*, 2012).

#### ***Agave americana* L.**

Es el *Agave* más difundido y conocido en todo el mundo, en las zonas cálidas- templadas porque es el más tolerante, entre las muchas especies, a temperatura y también por su capacidad de crecer en maceta (Elicriso, 2017).

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

Los extractos crudos de hojas de *A. americana* también han manifestado actividad antiesporulante contra *Sclerospora graminicola* Sacc (Deepak *et al.*, 2007). Guleria y Kumar (2009) refirieron que los extractos metanólicos de esta especie tienen un efecto potente contra *Alternaria brassicae* Berk.

Las sapogeninas tienen un papel central en las propiedades antimicrobianas de *A. americana* (Guleria y Kumar, 2009).

### ***Agave fourcroydes* Lem.**

Según Eastmond *et al.*, 2000 esta planta tiene potencialidades para la producción de productos naturales, como esteroides y detergentes a partir de sus saponinas (Robert *et al.*, 1992) y principios activos para la industria farmacéutica y la industria agropecuaria

La evaluación *in vitro* de la actividad insecticida de un extracto de *Agave fourcroydes* Lem., evidenció un efecto plaguicida contra coleópteros y dermápteros. El macerado provocó un 50 % de mortalidad de las plagas y las muertes ocurrieron transcurridas 96 h (Báez, 2014).

Debido a las potencialidades que ofrece el henequén como planta portadora de metabolitos con principios activos plaguicidas, es necesario continuar el estudio a partir de materiales crudos de plantas locales, para evaluar la actividad contra las principales plagas y enfermedades que se presentan en los cultivos de interés agrícola.

### **2.14.2 El género *Piper* L.: potencialidades como plaguicida natural.**

*Piper* L. es un género de plantas magnoliopsidas de la familia Piperaceae, es económica y ecológicamente importante, con más de 4 000 taxones descritos (Tebbs, 1993). Scott *et al.* (2008), señalaron que el género *Piper* L, está representado por 700 especies.

#### ***Piper aduncum* L.**

*Piper aduncum* L., llamada popularmente matico, caisimón de anís, hierba del soldado, achotlín o cordoncillo, es un árbol perenne de la familia de la pimienta (Piperácea). Crece silvestre en costas



## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

y selvas de América Central y América del Sur y en los valles interandinos hasta los 3 000 msnm (Taylor, 2006).

### ***Piper auritum* Kunth.**

*P. auritum* (Piperaceae), es conocida como hoja santa o acuyo. Es una especie aromática originaria de México y distribuida hasta Colombia. Tiene propiedades insecticidas, repelentes y antialimentarias por la presencia de aceites esenciales (metabolitos volátiles) y las conocidas piperamidas (Olivero-Verbel *et al.*, 2009)

### **2.14.3 *Citrus sinensis* O.: potencialidades como plaguicida natural.**

Las plantas del género *Citrus* L. han sido muy estudiadas para el control de microorganismos, encontrando que inhiben el crecimiento de varias especies de hongos (Martos *et al.*, 2008). Esto se debe a que producen varios metabolitos secundarios en los frutos y hojas, incluyendo alcaloides, terpenos, fenoles, flavonoides, taninos y saponinas (Okwu *et al.*, 2007).

Especies comunes como la naranja (*Citrus sinensis*), tienen una gran cantidad de metabolitos secundarios en la cáscara y en las semillas, los cuales tienen actividad plaguicida, con acción antifúngica (Lu *et al.*, 2006). Las flavonas metoxiladas, casi exclusivas de los cítricos, como son la nobiletina, sinensetina, tangeretina, limonina, quercetogetina y heptametoxiflavona, son efectivas como sustancias antifúngicas. Esto se debe a que las flavonas metoxiladas no presentan glicosilaciones y tienen el grupo metoxilo en su estructura (Del Río *et al.*, 2000).

Todos estos compuestos hacen que los cítricos tengan un gran potencial como fuente metabolitos secundarios para usarlos por la industria agropecuaria en el desarrollo de bioplaguicidas. Particularmente, las semillas de naranja contienen altas concentraciones de fenoles, incluyendo numerosas flavanonas y flavonas polimetoxiladas, glicósidos de flavonas y otros glicósidos fenólicos y se ha demostrado que estos metabolitos secundarios están relacionados con la actividad antioxidante de este género (Manthey, 2004).

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

Se cita la acción independiente o combinada, de diferentes compuestos fenólicos presentes en los extractos de hojas de *C.latifolia* y *C.aurantiifolia* (Ojito-Ramos *et al.*, 2012). También se demuestra que las fitoalexinas, tipo flavononas presentes en la planta, inducen la muerte por inhibición de la cadena respiratoria mitocondrial de microorganismos como *Magnaporthe oryzae* Couch.

### 2.14.4 Aceites esenciales de *P. auritum*: principales características.

Sánchez *et al.* 2009 evaluaron hojas y tallos de *P. auritum* que se colectaron durante el mes de abril de 2008 en San José de las Lajas, provincia La Habana.

El aceite esencial extraído de las hojas y tallos de *P. auritum* tiene un olor penetrante, característico y un color amarillo claro. La identificación de los componentes del aceite esencial y sus cantidades relativas. De los 32 componentes separados en el aceite esencial, 24 fueron plenamente identificados y representan aproximadamente el 99,45 % de la composición relativa; de ellos, 12 constituyen hidrocarburos monoterpénicos (20,17%), siete hidrocarburos sesquiterpénicos (3,54 %) y cinco compuestos oxigenados (75,73%), los que representan la mayor proporción desde el punto de vista cuantitativo en el aceite esencial. El componente mayoritario fue el monoterpeno oxigenado safrol (74,29%) y se puede considerar la presencia de g- terpineno (6,21%), a- terpinoleno (4,96 %), b- pineno (2,99 %), a- terpineno (2,65%), a- pineno (1,79%)ytrans- cariofileno(1,43%). Se han efectuado estudios acerca de la composición química de varios aceites esenciales del género *Piper*, encontrándose como constituyentes principales fenilpropanoides, monoterpenoides y sesquiterpenoides (ISO, 1984; Delgado y Cuca, 2007).

Los trabajos relacionados con la composición de *P. auritum* coinciden con la presencia de safrol como componente mayoritario. Se informaron como constituyente principal del aceite esencial del caisimón al safrol, encontrándose en un rango de 70 a 85 % de la composición total. Recientemente, se observó que el aceite esencial de esta especie contiene una fracción oxigenada como componente mayoritario, la cual es rica en safrol, b- linalol, cineol y acetato de terpineol, así como una fracción hidrocarbonada rica en sesquiterpenos.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

En Cuba, el aceite esencial de las hojas de *P. auritum*, presentó un 64,5% de safrol como principal componente. Se destaca además la presencia de b- cariofileno (4,65 %), germacreno (3,11 %), cis-nerolidol (2,8%), linalol (2,29%), g- terpineno (2,19%), terpinoleno (1,87 %), a- terpineno + p-cimeno (1,79%), b- pineno (1,45%) y biciclogermagreno (1,26%) (Hernández *et al.* 2008); la mayoría de ellos presentes en el aceite evaluado, aunque en diferentes proporciones.

En un estudio realizado en la costa colombiana con el aceite esencial de *P. auritum* obtenido mediante hidrodestilación asistida por microondas (MWHD) durante 30 min, se informó un contenido de 93,2% de safrol y 4,3% de miristicina y 90,3% de safrol y 5,8% de miristicina para los aceites de hojas e inflorescencias de esta planta, respectivamente (García *et al.*, 2007). En otra localidad colombiana, bajo iguales condiciones de extracción, se informó una composición química de 91,4% de safrol y 4,8% de miristicina como componentes mayoritarios del aceite esencial de las hojas de caisimón de anís.

Las discrepancias relacionadas con la composición del aceite, en cuanto al contenido de safrol y la abundancia relativa de los otros componentes presentes como componentes minoritarios, pueden explicarse considerando que variaciones en las condiciones ecológicas (clima, tipo de suelo, estación del año, lugar geográfico) en que se desarrolla la planta; así como las condiciones de extracción (método de extracción, tiempo, condiciones de la materia prima), pueden producir en el aceite cambios cualitativos y cuantitativos .

### 2.14.5 Efecto antiinsecto de *P. aduncum* y *P.auritum*.

Los metabolitos secundarios encontrados en extractos, obtenidos de diferentes partes de estas plantas, muestran actividad antifúngica, insecticida, antialimentaria, estimulante, bactericida y citotóxica (Pérez *et al.*, 2012).

Se halló que todos los tratamientos ejercieron control sobre adultos de *L. serricornis* y mostraron diferencias estadísticas en relación al testigo. El tratamiento con PAO-1 produjo aumento de las muertes a partir del noveno día (46 %), alcanzando el 81,58% a los 15 días. El tratamiento con

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

PAO-2, fue el de acción más rápida, al ocasionar a los tres días, el mayor número de muertes (43,33 %). El efecto insecticida mantuvo su incremento hasta el noveno día, a partir del cual disminuyó la mortalidad, debido probablemente a la volatilidad del ingrediente activo de este producto. Este tratamiento alcanzó el 100 % de mortalidad a los 15 días.

El PAO-2, provocó la muerte de los insectos en un menor período de tiempo y disminuyó la población. Para considerar un tratamiento prometedor, este debe ocasionar el 50% de mortalidad (Silva *et al.*, 1994). Según este criterio se consideran promisorios los productos PAO-2, ya que a partir de los seis días ocurrió más del 60% de las muertes. Resultados superiores fueron encontrados por Pereira *et al.*, 2008 y Silva *et al.*, 2005 al evaluar el efecto de aceites esenciales de *P. aduncum*, en el control de *Callos obruchus maculatus* (F.) quienes obtuvieron a los cuatro días el 100 % de mortalidad en todas las concentraciones empleadas, las cuales fueron superiores a las utilizadas en este experimento.

Las diferencias con los resultados obtenidos por los autores referidos, puede deberse a la variación en la composición química de los productos de *P. aduncum* subsp. *ossanum* empleados. Estas podrían atribuirse a que la planta utilizada como materia prima en la evaluación es la subespecie *ossanum*, cuya producción de metabolitos secundarios es diferente a la de plantas de esta especie proveniente de otras regiones geográficas, incluso en un mismo país (Pino *et al.*, 2011).

Por otra parte, la edad de los individuos pudo también influir en una menor susceptibilidad de los adultos de *L. serricorne*, frente a los productos evaluados. En la literatura consultada no se encontraron referencias del efecto de *P. aduncum* subsp. *ossanum* frente a *L. serricorne*. Sin embargo, esta plaga fue susceptible a la acción de aceites volátiles de menta (*Mentha piperita* F.), albahaca (*Ocimum basilicum* F.), limón (*Citrus limon* F.) y naranja (*Citrus sinensis* Osbeck). Estos estudios revelaron que el aceite de menta tuvo el mayor efecto insecticida pues tuvo la más alta toxicidad sobre los adultos y larvas de esta especie (Reda *et al.*, 2010).

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

Es importante destacar que a partir de los 12 días se produjo un incremento de la mortalidad en el control, debido probablemente al periodo de longevidad natural del adulto, que puede estar entre dos y siete semanas (Koehler *et al.*, 2008). Se consideraron promisorios los tratamientos que reducen al menos en 50% la progenie de los insectos tratados (Silva *et al.*, 2005).

Los valores más bajos de emergencia se obtuvieron con la aplicación del aislado de *P. aduncum* PAO-2 que ocasionó solo 0,4 % de emergencia del coleóptero *L. serricornis* que dañó los granos de garbanzo, seguido de la zeolita, aunque sin diferencia con PAO-1 que mostró 27,8 %. Es de resaltar que la menor emergencia de adultos con respecto al testigo se alcanzó en los tratamientos que mostraron altos niveles de mortalidad. La diferencia entre tratamientos pudo estar dada por la acción de los productos utilizados sobre las hembras, las cuales mueren antes de la oviposición. Al respecto, Silva *et al.*, 2005 señalaron que una hembra puede sobrevivir a un tratamiento, pero quedar estéril o depositar huevos que no eclosionen.

Los productos evaluados mantuvieron bajos los niveles de emergencia de *L. serricornis*, y esto pudiera estar relacionado con un efecto insecticida inicial o porque de alguna manera alteran la fisiología de la reproducción. Todos los productos evaluados actuaron como repelentes, con valores de repelencia inferiores a uno. El mejor resultado se obtuvo con PAO-1 con un valor de 0,27. Los resultados sugieren que este tratamiento tendría mayor valor en el control de la plaga por su efecto sobre la conducta del insecto, al evitar que este infeste los granos.

Valores superiores de repelencia (0,75) fueron encontrados al evaluar en condiciones de laboratorio el efecto de *Piper nigrum* L. sobre *S. zeamais* en trigo (Salvadores *et al.*, 2007). Estos productos pudieran utilizarse en el manejo de *L. serricornis*, pero es importante establecer su acción sobre la germinación de los granos tratados. Al evaluar el efecto de los diferentes tratamientos sobre la germinación no se observaron diferencias significativas entre ellos, a pesar de que el menor porcentaje se obtuvo con el uso de PAO-1. Estos resultados sugieren la posibilidad del uso de estos productos en la conservación de granos de garbanzo destinados para semilla.

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

Los productos de *P. aduncum* demuestran el poder antiinsecto de las plantas de la familia Piperaceae (Celis *et al.*,2008) y de la zeolita como material inerte al disminuir la población de *L. serricorne*. Se evidencian, las posibilidades de uso de estos productos en el manejo de las plagas de almacén, ambos provenientes de materiales abundantes en Cuba. Los resultados obtenidos con PAO-2 y la zeolita, ofrecieron elementos interesantes, aunque requieren de una posterior valoración económica, dado el efecto positivo de PAO-2 sobre la mortalidad y la emergencia de los adultos.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### Capítulo III: MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1 Descripción del sitio de estudio.

La investigación se desarrolló durante el período comprendido entre enero/2017 y diciembre/2018. Se realizaron inspecciones semanales y conteos de insectos en el almacén de alimentos de la Empresa Constructora Militar No.4, del Reparto Reynold García perteneciente al MINFAR y de la finca integral perteneciente a la CCS “Juan Gualberto Gómez” perteneciente al MINAG, Municipio Limonar.



**Figura1. Imagen satelital del Almacén de semillas, (a) CCS Juan G. Gómez MINAG, Limonar (b) Almacén de alimentos ECM 4, MINFAR, Matanzas.**

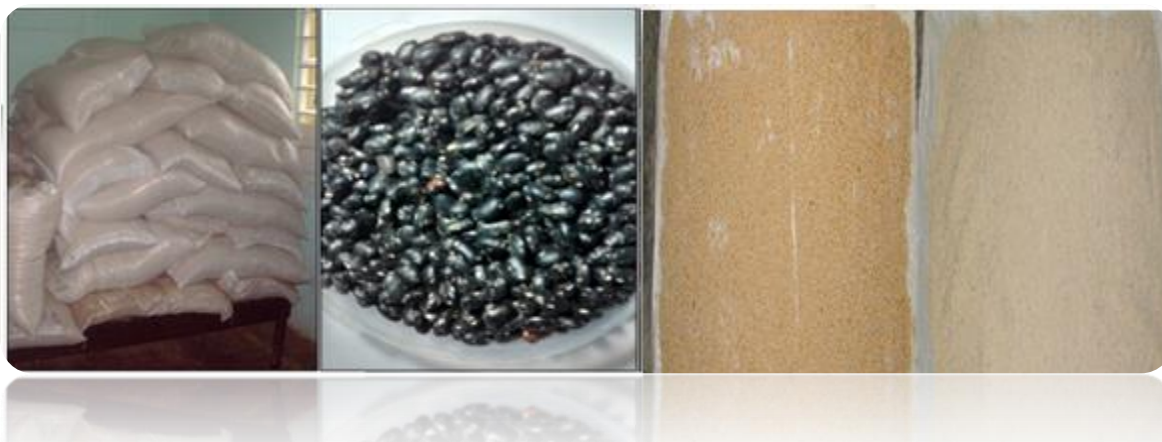
En la finca y en la ECM No 4 se almacenan los granos en sacos de nylon y en tanques metálicos cilíndricos de volumen de  $0,23 \text{ m}^3$ . Se emplea como método de conservación la fumigación con Cipermetrina y Carbaryl (CNSV, 2014).

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

### **3.2 Muestreo y detección de insectos.**

Se muestrearon los diferentes granos almacenados en las dos entidades y se revisaron los embalajes y envases de conservación en correspondencia con las metodologías de inspección visual (CNSV, 2006; Domínguez y Marrero, 2010). Cada monitoreo respondió a un diseño totalmente aleatorizado. Para la detección y captura de insectos nocivos se empleó un pequeño calador y se realizaron recolectas tanto en el interior como el exterior de los envases. Se siguió la norma vigente (NC 70-10: Cuarentena vegetal y Muestreo) estipulada para productos almacenados de origen vegetal y la metodología descrita por CNSV, 2014.



**Figura 2. Muestro de coleópteros plagas asociados a granos en el almacén ECM No.4.**

### **3.3 Diagnóstico taxonómico de insectos plagas: identificación de especies.**

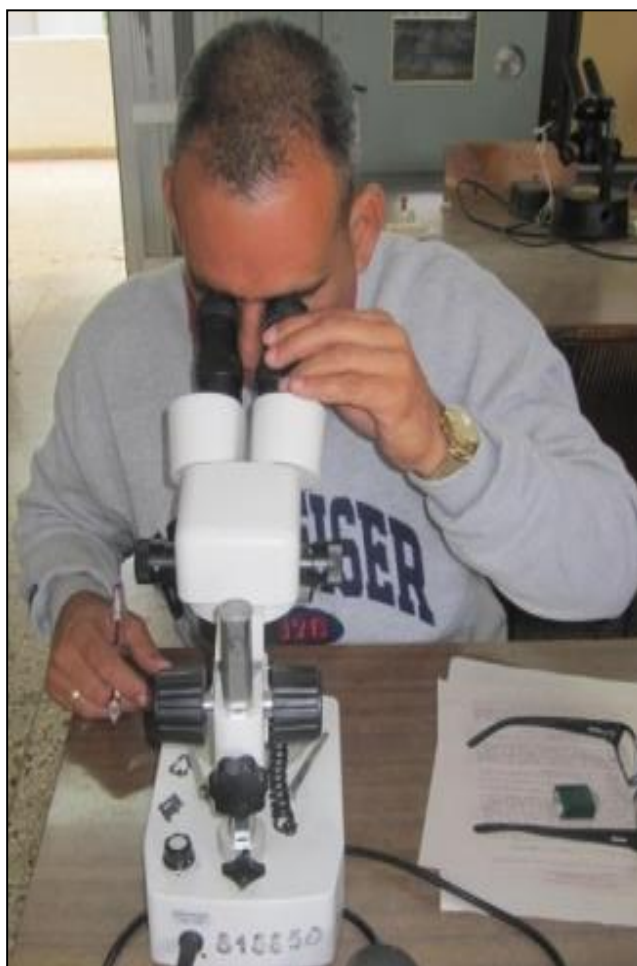
El conteo de los individuos se realizó de forma manual sobre un papel de filtro y en cápsulas Petri, con la ayuda de agujas entomológicas y pinceles, todo bajo un estereoscopio Novel con un lente ocular WF 10 x. La identificación de las especies se desarrolló acorde a las técnicas de diagnóstico en dependencia del grupo taxonómico y de la familia (Vázquez, 1986; CNSV, 2006; Domínguez y Marrero, 2010).



## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

Para la identificación de los ejemplares se describió la coloración, el tamaño, las características morfológicas generales, incluidos los élitros. Además se compararon y consultaron las especies con holotipos ubicados en las colecciones de referencias del IES (Instituto de Ecología y Sistemática de Cuba) perteneciente al CITMA, La Habana. Las observaciones se realizaron bajo un Estereomicroscopio Stemi 4x y se tomaron imágenes de los caracteres diagnóstico, con una cámara digital Sony 3,2 Megapíxeles acoplada individuos (Figura3).



**Figura3. Descripción bajo Estereomicroscopio de caracteres diagnóstico de coleopteros.**

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### 3.4 Caracterización de los daños: estudios de nocividad.

#### 3.4.1 Determinación de los índices de infestación o plagamiento en las muestras.

Mediante un calador entomológico se tomaron de manera aleatorizada y con frecuencia quincenal, cinco muestras de granos de frijol, arroz, maíz, chícharo sanos e infestados por coleópteros. Para determinar los niveles de infestación de insectos en granos se consideraron los índices de plagamientos descritos por CNSV (2014):

**Índice Ligero:** No se observan insectos en el exterior de los envases. Luego de prolongada exploración se detectan individuos aislados, en parejas o en grupos de tres en el local de depósito de los productos. No más de un insecto detectado por cada 3 Kg de muestra tomada y esparcida.

**Índice Medio:** Permanencia de algunos insectos en el exterior de los envases. En ocasiones se observan numerosos insectos en el local de depósito de los productos. Dos insectos detectados por cada 3 Kg de muestra de granos tomada y esparcida.

**Índice Intenso:** Detección de numerosos insectos en el exterior de los envases. Presencia de abundantes insectos en el local de depósito de los productos. Más de dos insectos detectados por cada 3 Kg de muestra tomada y esparcida. En ocasiones, en el almacén se producen reinfestaciones del alimento recibido, debido al desarrollo de estadios de insectos no controlados en los tratamientos previos y que no se detectan en los diagnósticos al momento del muestreo, por la presencia de huevos o estar no visibles dentro del grano.

#### 3.4.2 Estudio de la relación plaga-clima.

En cada muestreo, con el auxilio de una lupa entomológica LED 20 x se cuantificaron los coleópteros asociados a los granos y el estado de vida infestante (larva, adulto). Además se monitorearon quincenalmente la temperatura media ( $^{\circ}\text{C}$ ) y humedad relativa (%) presentes en los envases de cada almacén. Para ello se usó un termohigrómetro digital Timer, calibrado por el Instituto de Meteorología (2017) (Figura 4).

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---



**Figura 4. Monitoreo de la temperatura y humedad relativa del almacén mediante termohigrómetro digital.**

Se anotó la coleopterofauna detectada según tipo de grano, los niveles de plagamiento y el rango térmico observado en los envases infestados, el cual se comparó con las temperaturas efectivas descritas en la bioecología de cada especie. Se evaluó la influencia de estos factores abióticos sobre las poblaciones insectiles presentes en los almacenes y se determinó un análisis de regresión lineal según el paquete estadístico Statgraphic Versión 5.0.

### **3.4.3 Determinación del Coeficiente de Nocividad y Descripción de daños larvales en granos.**

Las muestras de granos se trasladaron posteriormente en bolsas de polietileno al Laboratorio de Microbiología de la Universidad de Matanzas. Se describieron las lesiones externas por alimentación de los insectos; se tomaron al azar cien granos tantos sanos como los afectados por masticación y se pesaron en una balanza Sartorius BSD 2201 Max 2200g.

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

El ensayo se replicó tres veces y se determinaron los coeficientes de Nocividad (CN) mediante la fórmula de Deriabin:

$$CN = a - b \times 100$$

donde:

a- Granos sanos y b- Granos dañados

### **3.4.4 Descripción de la infestación de larvas de coleópteros.**

Se tomaron muestras de granos de frijol C 25-9 almacenados en las dos entidades, además se evaluaron muestras de maíz y chícharo conservados en el almacén de la ECM No. 4. Con ayuda de una pinza entomológica y un bisturí se realizó un corte horizontal en los granos para cuantificar los índices de infestación larval y describir las lesiones insectiles en el epicarpio y endospermo.

## **3.5 Eficacia insecticida de extractos botánicos de *Agave spp.*, *Piper spp.* y *Citrus sinensis O.* sobre coleópteros plagas de granos almacenados.**

### **3.5.1 Selección e identificación del material vegetal.**

Para la realización de los experimentos se seleccionaron ejemplares de Agavaceas (*Agave americana* L. y *Agave fourcroydes* Lem.) localizados en las áreas del Jardín Botánico de Matanzas, ubicado en el campus de la Universidad de Matanzas, provincia de Matanzas, Cuba. La identificación de las especies se realizó por especialistas del Jardín Botánico de Matanzas, a partir del análisis de los caracteres morfológicos (Mabelkys Terry, Directora del JBM, Comunicación personal). Se seleccionaron hojas de *Agave americana* L. y *Agave fourcroydes* Lem. en plantas que no presentaban síntomas de enfermedades o ataque de plagas (Figura 5 (a)).

De igual forma se evaluaron muestras sanas de *Piper aduncum* subsp. *Ossanum*, *Piper auritum* (Piperaceae) y *Citrus sinensis* O. (Rutaceae) facilitados por especialistas del Grupo de Plagas Agrícolas del CENSA (Pino, 2017). Para ello se recolectaron hojas y tallos de *Piper spp.*, así como frutos de *C. sinensis*, cultivados en áreas experimentales de la localidad, pertenecientes a San José de las Lajas, provincia Mayabeque (Sánchez *et al.* 2005) (Figura 5 (b,c)).

**Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---



**Figura 5 Material botánico evaluado (a) *Agave americana* L y *A. fourcroydes* L., (b) *P. auritum*, (c) Semillas de *Citrus sinensis*.**

**3.6 Métodos de obtención de los extractos botánicos: características bioquímicas principales.**

**3.6.1 Obtención de los extractos acuosos de henequén (*Agave fourcroydes*): características bioquímicas principales.**

El experimento se realizó en los laboratorios del Centro de Estudios Biotecnológicos (CEBIO) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas.

Se extrajo una muestra foliar de 1 500 g de los ejemplares de *Agave* sp. recolectados según Báez (2014). Las hojas fueron colectadas y lavadas con agua destilada para eliminar impurezas. Posteriormente el material vegetal fue cortado en dados pequeños; se introdujo en una máquina de moler marca IMPUD y se molinó manualmente hasta obtener el extracto vegetal fresco (Figura 6 (a)). Se replicó la extracción de igual muestra vegetal, se obtuvo el jugo mediante una prensa, de acorde a la metodología de Vázquez y Fernández (2007)

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

Previamente en el CETENZ se evaluaron los metabolitos secundarios presentes en el extracto; mediante análisis colorimétrico, se evaluó cualitativamente la presencia de saponinas, fenoles y flabotaninos; en correspondencia con la metodología descrita por Chigodi *et al.* (2013), citado por Alfonso (2017). Como criterio de presencia de saponinas, se evaluó la aparición de una espuma jabonosa de más de 2 mm de altura en la superficie del líquido y persistencia por más de 2 minutos. Como criterio de presencia de fenoles, se consideró posterior a la reacción indicadora cloruro férrico al 5 % la aparición de un color o precipitado verde oscuro. Asimismo la presencia de flobataninos se determinó por la formación de un precipitado rojo. Las dos muestras de *Agave* evaluadas mostraron presencia de saponinas, fenoles y flabotaninos.

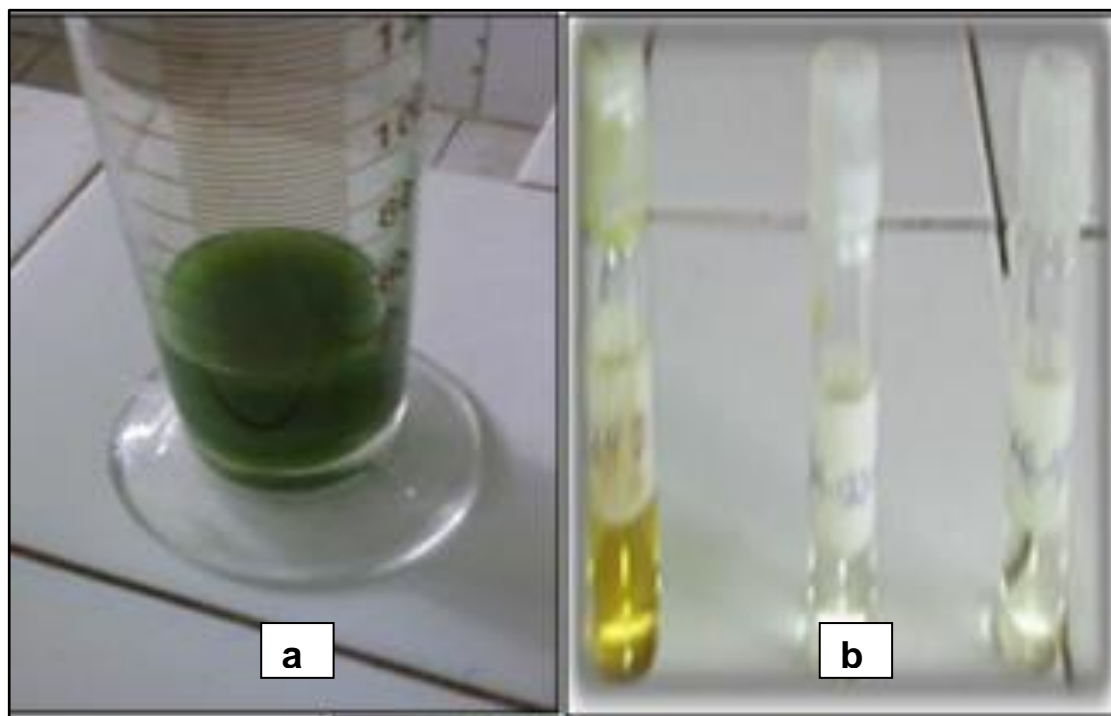


Figura 6. Obtención de extractos botánicos(a) extracto acuoso de *Agave* sp. ,(b) aceites esenciales.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### 3.6.2 Obtención de los aceites esenciales de Piperaceas y Rutaceas: características bioquímicas principales.

#### **Aceites de *Piper* spp.**

Se partió del material vegetal fresco de *Piper* spp. descrito en el epígrafe anterior; el cual se codificó previamente con rótulos PA 34-123 y 48-40. La extracción se realizó en los Laboratorios del CENSA por el método de hidrodestilación empleando un equipo Clevenger según lo establecido en la norma ISO 65-71:84 (Ojito-Ramos, 2012). El tiempo de destilación fue de tres horas. El aceite esencial (Figura 6 (b)) se secó sobre sulfato de sodio anhidro y se guardó en frío hasta su análisis y se caracterizó determinándose su olor, color, composición química.

La composición química del aceite se determinó en un cromatógrafo de gases de la serie Agilent 6890 con un inyector del tipo "split splitless" (relación de split 20:1), acoplado con un espectrómetro de masas de la serie Agilent 05973; ambos provenientes de la firma Agilent Technologies. El espectrómetro de masas trabajó en modo scan de adquisición a 70eV. Se utilizó un analizador cuadrupolar a 150°C de temperatura del cuadrupolo, el detector trabajó en un rango de masas de hasta 800 uma, las temperaturas de la interfase y de la fuente fueron 280°C y 230°C respectivamente (Sánchez *et al.*, 2009). Se utilizó una columna capilar SPB-5 (L=15m, DI=0,25mm, f=0,10mm) con una inyección de 2 mL. La identificación de los compuestos se realizó por triplicado mediante el uso combinado de las bases de datos automatizadas NBS-NISTASCI, Wiley 275 y el Atlas Registry of Mass Spectra Data (Stenhagen *et al.*, 1974).

#### **Aceite de *C. sinensis*.**

Los aceites de *Citrus sinensis* L. se obtuvieron de semillas sanas de naranja Valencia procesadas acorde a las sugerencias de Nogueiras *et al.*, 2007 a partir de los residuos del proceso industrial de extracción del jugo en el Combinado de la Empresa Citrícola Agroindustrial de Jagüey Grande. Los extractos se depositaron y trasladaron en tubos de ensayos hacia el CENSA (Figura 6(b))

**Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

La composición bioquímica de los extractos botánicos evaluados que constituyeron los tratamientos experimentales del efecto insecticida y los principales metabolitos se ilustran a continuación en la Tabla 1

**Tabla 1. Composición bioquímica de los extractos botánicos evaluados 114-B, 34-123 A,**

**48-40A**

<b>Tratamiento</b>	<b>Código del extracto (nombre común : familia )</b>	<b>Metabolito predominante</b>	<b>Presencia o Cuantificación (%)</b>
Aceite esencial de <i>Piper auritum</i>	PA-48 (Caisimón de anís: Piperaceae)	Safrol G- terpeno	74,29 6,21
Aceite esencial de <i>Piper aduncum</i>	PA- 34 Piperaceae)	Piperamidas	+
Aceite esencial de <i>Citrus sinensis</i>	C-114 (Naranja valencia: Rutaceae)	Limonina Flavonas polimetoxiladas(Pentametoxiflavona, 4´-4´-Hexametoxiflavona)	+
Extracto foliar de <i>A.fruorcroydes</i>	AF-1 (Henequén: Agavaceae)	Saponina	+
Extracto foliar de <i>A.americana</i>	AA-2 (Henequén: Agavaceae)	Fenoles	+

Leyenda: + presencia del metabolito



## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### 3.7 Eficacia insecticida de extractos botánicos de *Agavespp.*, *Piperspp.* y *Citrus sinensis* O.sobre coleópteros plagas..

#### 3.7.1 Actividad repelente de extractos acuosos de *Agavespp.*, y de aceites esenciales de *Piper spp.* y *C. sinensis*.

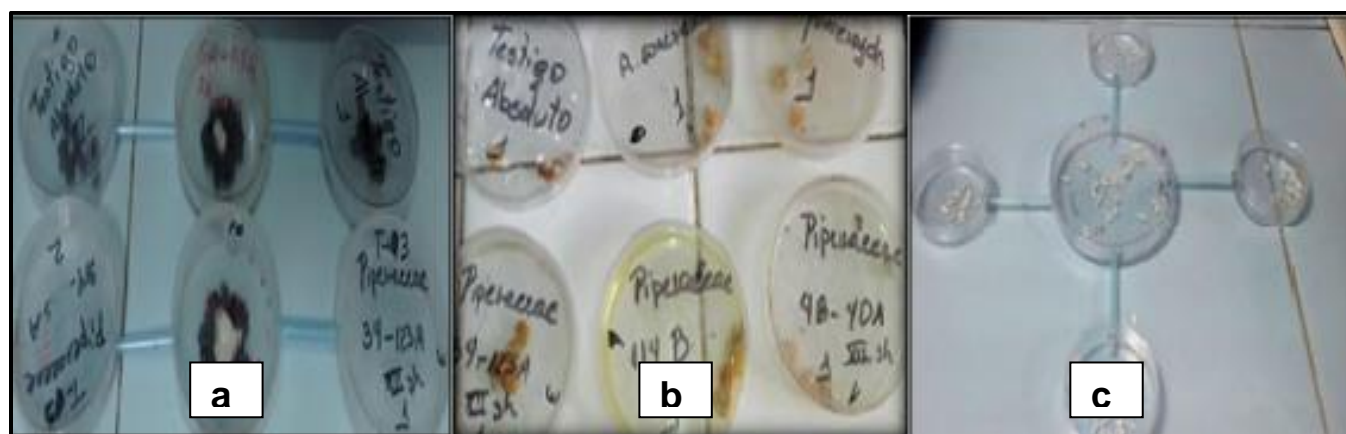
Los ensayos se desarrollaron en el Laboratorio del CEBIO, bajo un diseño totalmente aleatorizado. Como organismodiana se evaluaron adultos de *Acanthoscelides obtectus* Say, por ser los individuos que mostraron plagamientos intensos en las semillas de frijol almacenadas en la finca de la CCS del Municipio Limonar y el Almacén ECM No.4. Para la evaluación de la repelencia se utilizaron cinco tratamientos representados por los extractos de *A. americana* L., *A. fourcroydes* (Báez, 2014) y los aceites esenciales de *Citrus sinensis* O., *Piper aduncum* subs. *ossanum* y *Piper auritum* (con códigos 114-B, 34-123 A, 48-40 A), así como un testigo (Tabla 1).

A partir de adultos sanos de criados en laboratorio, se depositaron 10 individuos de *A. obtectus* en cámaras de repelencia. Las mismas se construyeron con modificaciones, acorde a lo recomendado por Pérez *et al.*, 2012. Se utilizaron cinco placas Petri plásticas de 9,0 x 1,5 cm interconectados entre sí por tubos de polietileno transparentes de 0,5 cm de diámetro. En la placa central se colocaron los insectos y se dispuso como alimento 2 g de frijol CC 25-9 sanos, opuestas entre sí y perpendicular a ellas, se situaron las dos del control (2g de semilla sin producto) (Figura 7).

El alimento en la placa central fue asperjado con la ayuda de un aspersor manual, depositando indistintamente 1 mL de los tratamientos descritos al 50 % de concentración. Se consideraron tres réplicas para cada tratamiento y se evaluó la mortalidad cada una hora, para ello se contabilizaron los individuos muertos. Para el cálculo de la mortalidad corregida se tuvo en cuenta la mortalidad acumulada y se aplicó la fórmula de Abbott (1925), para muestras uniformes. Los datos obtenidos en el porcentaje de mortalidad fueron sometidos a análisis de varianza no paramétrica con la prueba de Kruskal Wallis. Para ello se utilizó el programa InfoStat/P. Versión 1.1/2002.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

El testigo se asperjó con igual volumen de agua destilada. Similares experimentos se condujeron utilizando como organismos dianas a los coleópteros *S. zeamais* y *S. oryzae*, hallados en el almacén de la ECM No.4 sobre granos de maíz y arroz, respectivamente (Figura7).



**Figura 7. Cámaras para la evaluación de repelencia de extractos botánicos sobre coleópteros plagas (a) *A. obtectus*, (b) *S. zeamais*; (c) *S. oryzae***

El índice de repelencia se determinó según Pérez *et al.*, (2012), mediante la siguiente fórmula:

$$IR = 2G / (G + P), \text{ donde:}$$

IR - Índice de Repelencia; G - porcentaje de insectos en el tratamiento; P - porcentaje de insectos en el testigo

Mediante esta ecuación se pudo determinar si los productos utilizados eran neutros (IR=1), atrayentes (IR>1) o repelentes (IR<1). Además se pudo conocer el % de mortalidad en cada recámara el cual se llevó a una tabla en Excel.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### 3.7.2 Evaluación del Efecto Biofumigante de aceites esenciales sobre los coleópteros *A. obtectus*, *S. zeamais*, *S. oryzae*.

El ensayo se realizó considerando los criterios de Pino (2018). Bajo un Diseño Totalmente Aleatorizado se evaluó el efecto fumigante de los tres aceites esenciales descritos en el epígrafe precedente. Para ello se utilizaron Frascos de polietileno transparente, de volumen de 1491.5 cm<sup>3</sup>; en el interior se depositó indistintamente 1 kg de granos de maíz, frijol y chícharo, respectivamente. Se consideró además en el interior de los frascos cilíndricos un Volumen de Aire de 572,26 cm<sup>3</sup> para evaluar el posible efecto insecticida por inhalación de los aceites botánicos evaluados.

Se inocularon bajo confinamiento 2 individuos por frasco, valor informado como infestación severa, coincidente con el Umbral de Daño Económico (UDE) para plagas de almacén. Se asperjó 0,5-1,0 mL por unidad de observación, los extractos se aplicaron sobre una mota de algodón adherida internamente a la tapa del frasco y cubierta por gasa antiséptica para evitar el contacto del bioproducto con los insectos. Se consideraron 3 repeticiones por tipo de grano y coleóptero plaga infestante (Figura 8).



Figura 8. Frascos de polietileno transparente con 1 kg de granos de maíz, frijol y chícharo, respectivamente.

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

Complementariamente a la observación visual del comportamiento de los coleópteros plagas, se colocó frontalmente a las cámaras de repelencia y a los frascos del ensayo de biofumigación (Figura 7 y 8), una cámara de video Sony. Se filmó la etología de los coleópteros plagas (movilidad, irritación, cambio de dirección de los desplazamientos, migración)

### **3.8 Análisis estadístico.**

Para el procesamiento estadístico de los resultados, se confeccionó una base de datos en Microsoft Excel. A los valores de infestación se les aplicó la prueba de "Kolmogorov-Sminov" para comprobar la normalidad de los datos. Además los valores porcentuales de mortalidad se transformaron previamente a arco seno  $Vx/100$  y los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza. Las medias se compararon entre sí mediante la décima de Duncan a un nivel de significación del 0,05 %; para ello se utilizó el programa estadístico Statgraphic versión 5.0.

### **3.9 Valoración del Impacto económico –ambiental.**

Se entrevistaron a los productores de la finca CCS Juan Gualberto Gómez y a técnicos de la ECM para conocer la aplicación de insecticidas que se utilizaron durante el almacenamiento de los granos. Se anotaron los insecticidas asperjados y se describieron las características ecotoxicológicas del producto comercial empleado según la Lista Oficial de Plaguicidas de la República de Cuba (CNSV, 2014).

Asimismo se valoraron los impactos de fumigaciones, nebulizaciones que se aplican y la repercusión de plaguicidas COPs (Romeu *et al.*, 2017). A partir de los costos de los productos de fumigación obtenidos del Departamento de Economía del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Matanzas LAPROSAV (2018) se evaluó la relación costo / beneficio de los tratamientos fitosanitarios, así como los posibles impactos ambientales.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

### CAPITULO IV- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 4.1 Diagnóstico taxonómico de insectos plagas. Identificación de especies.

Se detectaron siete coleópteros plagas pertenecientes a cinco familias taxonómicas (Nitidulidae, Tenebrionidae, Anobidae, Bruchidae y Curculionidae), las dos últimas con mayor ocurrencia de especies que infestaron los granos de frijol, arroz, maíz y chícharo, respectivamente. *Acanthoscelides obtectus* Say y *Sitophilus zeamais* Motsch mostraron plagamientos severos tanto en el almacén de la ECM No.4 como en la CCS Juan G. Gómez (Tabla 2).

**Tabla 2. Infestación de insectos en alimentos almacenados en la ECM No.4, MINFAR Matanzas.**

Grano	Insecto plaga	Clasificación	Entidad	Infestación Frec.Aparición
Arroz	<i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus)	Coleoptera: Curculionidae	ECM No.4	Severa
	<i>Carpophilus hemipterus</i> (Linnaeus)	Coleoptera: Nitidulidae	ECM No.4	
Maíz	<i>Sitophilus granarius</i> (Linnaeus)	Coleoptera: Curculionidae	ECM No.4	Severa
	<i>Sitophagous hololeptoides</i> (Laporte)	Coleoptera: Tenebrionidae		Ligera
	<i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.	Coleoptera: Curculionidae		Severa

**Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

Frijol	<i>Acanthoscelides obtectus</i> Say.	Coleoptera: Anobidae	ECM No.4CCS Juan G. Gómez	Severa
	<i>Zabrotes subfasciatus</i> Fab.	Coleoptera: Bruchidae	ECM No.4	Severa
Chícharo	<i>Sitophilus granarius</i> (Linnaeus)	Coleoptera: Curculionidae	ECM No.4	Severa
	<i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.			

Los resultados del diagnóstico ilustrado en la Tabla muestran coincidencia con Domínguez y Marrero (2010); Rojas (2014) quienes notificaron para la provincia de Matanzas similares especies insectiles asociadas a estos granos almacenados.

Estudios realizados en América Central vinculan el 70 % de los granos que se dañan en la etapa de almacenamiento, al ataque de cerca de 100 especies de insectos, de los cuales 20 son considerados como plagas de importancia económica (FAO, 2017).

Nielsen (2000) al referirse a esta actividad económica, fundamenta que la conservación y seguridad de los alimentos y productos industrializados que consumimos, constituye una exigencia impostergable que requiere de mayor atención fitosanitaria y protección ambiental. Por ello, la identificación y el manejo de los insectos plagas asociados a cada almacén de la economía interna cubana, representa un aspecto clave para lograr el éxito en la implementación territorial de Programas de Manejo Integrado de Plagas, lo cual permitirá la reducción de las pérdidas ocasionadas y mantener la inocuidad alimentaria.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

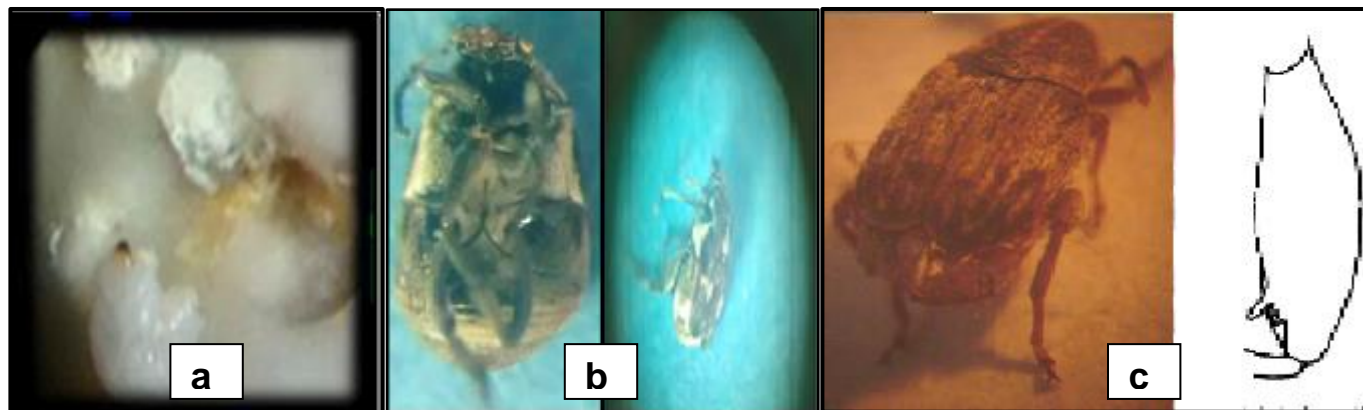
---

La información de la Tabla aporta valiosos elementos para el Análisis de Peligros (AP) de índole fitosanitario en las entidades monitoreadas, lo cual se considera clave para un sistema eficaz de gestión de la inocuidad de los alimentos, ya que llevarlo a cabo ayuda a organizar los conocimientos requeridos, para establecer una combinación eficaz de medidas de control de plagas (Rey, 2014).

Es criterio del autor del presente estudio que el resultado de la Tabla deviene interés económico para la provincia, por cuanto es la primera vez que se obtiene un inventario detallado del ataque de insectos plagas en granos y otros alimentos de la ECM No. 4, perteneciente al MINFAR y en el almacén de la CCS Juan G. Gómez.

En los granos de frijol de ambos almacenes se observaron infestaciones severas de un brúchido con caracteres morfológicos peculiares. En la Figura se facilita una guía de identificación con los principales caracteres diagnóstico de la plaga, resultado que permite capacitar a los productores y responsables de almacén que no poseen conocimiento entomológico. Es oportuno precisar que los adultos son de forma oblonga, de color café oscuro o casi negro con 2,0 a 4,0 mm de longitud del cuerpo. La base del protórax es tan ancha como la base de los élitros, los cuales son cortos, dejando visibles dorsalmente de 2 a 3 segmentos abdominales. Ventralmente son visibles 5 segmentos abdominales y en los machos, a veces es visible el sexto segmento. Presenta dos dientes internos en el fémur y los tarsos están formados por 5 segmentos, siendo el cuarto más corto que los otros. En el interior del grano se hallaron además pequeñas larvas blanquecinas escarabeiformes. Estas características coinciden con la identidad de *Acanthoscelides obtectus* Say (Figura 9)

**Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**



**Figura 9. *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera: Bruchidae) (a) Larvas, (b) Adultos (c) Caracteres diagnóstico (élitros, fémur).**

Kingsolver (2004) señaló que *Acanthoscelides obtectus* es un insecto de color carmelita café con pigidio, patas y antenas de color marrón. Adultos con cuerpo cubierto de pelos grises y amarillentos que forman numerosas manchas borrosas en los élitros. Los élitros son estriados y cortos, dejan expuesto al último segmento abdominal, llamado pigidium. El fémur posterior por lo general está engrosado y con frecuencia presenta un diente en el borde inferior, no así la tibia posterior que en ocasiones tiene una espina o varias espuelas en su extremo.

El peligro de este insecto radica en que las larvas, sin excepción, son espermófagas (Romero, 2002), es decir, se alimentan de semillas de aproximadamente 34 familias de plantas (Lorea-Barocio *et al.*, 2006), especialmente de fabáceas como el frijol.

Las hembras adultas ovipositan dentro del grano, donde completarán su ciclo de vida. La oviposición también se da en vainas en madurez fisiológica. Se desarrolla en lugares templados con una altitud superior a 1500 msnm, dañando especialmente graneros y almacenes, donde puede haber de 4 a 5 generaciones por año.



## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

AGREVO (2005) señala que no es una plaga clave, sin embargo nuestro resultado difiere de la literatura consultada, por cuanto se refiere que dentro de los insectos que afectan los granos de frijol en almacenamiento, *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera: Bruchidae) es la plaga primaria más importante, con ataques severos en países tropicales, donde provoca grandes pérdidas económicas en granos cosechados.

Sin embargo, FAO (2017) cita que la mayoría de los adultos de estos coleópteros tienen gran capacidad de vuelo, lo que aumenta su peligrosidad al reinfestar granos sanos.

Otros de los granos severamente dañados en el almacén de la ECM No.4 resultaron el maíz y el chícharo. En ambos alimentos se halló la emergencia al epicarpio de adultos de coleópteros con pronunciada proboscis en forma de pico, lo que indicó alimentación larval en el interior del endospermo. El estudio detallado de laboratorio permitió notificar a las especies *Sitophilus zeamais* Motsch y *Sitophilus granarius* (Linnaeus) (Figura 10 a, b)



Figura 10. Granos de maíz y chícharo dañados por *Sitophilus zeamais* Motsch (a) y *Sitophilus granarius* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae) (b).

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

*Sitophilus zeamais* se conoce como gorgojo grande del maíz, es semejante a *Sitophilus oryzae* pero de proporciones más elevadas (3,3-5 mm) y sus manchas rojizas sobre los élitros denotan una delineación más marcada.

Ataca todo tipo de cereales: maíz, trigo, cebada, arroz (CNSV, 2006). Las larvas pueden también desarrollarse en fideos, trigo sarraceno, arvejas, piñones, castañas y semillas de algodón. El adulto puede también alimentarse de harina, galletas, obleas, pan blanco, tabaco y semillas de cáñamo. A menudo se encuentra en compañía de *Sitophilus granarius* o de *Sitophilus oryzae*.

Además se informa como especie diseminadora de los hongos *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*, que producen micotoxinas (Dowd, 2000).

Según criterios de Vázquez (1986), Romero (2000) y López *et al.*, (2007) es una plaga primaria y se categorizan con importancia relativa I (insectos muy dañinos y de gran adaptabilidad a nuestras condiciones), excepto *C. hemipterus* que se describe con importancia III (individuos menos dañinos y poco frecuentes en almacenes).

Se señala que aproximadamente 30 especies de *Curculionidae* se han reportado viviendo en granos y productos almacenados y de éstas, tres (entre ellas *Sitophilus oryzae* y *Sitophilus zeamais*) constituyen unas de las plagas más importantes por la gran capacidad destructiva tanto del adulto como de la larva y por su amplia distribución mundial. Según FAO (2013), las especies *Sitophilus oryzae* y *Sitophilus zeamais* predominan en las regiones subtropicales y tropicales. Atacan primordialmente granos de cereales.

El peligro de estas plagas radica además en que los adultos y larvas se alimentan vorazmente de los granos de trigo, maíz, arroz, sorgo, cebada, avena y centeno. También se ha encontrado en algunos granos de leguminosas como garbanzos, maní, tamarindo y productos industriales de consistencia dura, tales como fideos y galletas, alimentos que también se encuentran en el almacén monitoreado.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

La detección del ataque de *Carpophilus hemipterus* en el almacén de la ECM No.4 resultó de particular interés por cuanto esta especie constituye una plaga cosmopolita. Abogast y Throne (1997) señalaron a *C. hemipterus* como plaga del grano de maíz y otros productos almacenados; la presencia de grandes poblaciones de este insecto afectan el valor comercial de los productos y provocan daños económicos debido no solo a su alimentación directa, sino además por la contaminación que ocasionan por ser vectores de micotoxinas .

Su alta abundancia y frecuencia de aparición, difiere de lo informado hasta el momento por la literatura, ya que Betancourt (2010) cita que son insectos de escaso interés y poco frecuentes que inciden solo sobre frutas secas y otras sustancias con valor comercial diferentes a los granos. Las infestaciones de este insecto y de *Sitophilus oryzae* sobre arroz almacenado coincide además con lo reportado por IFAS (2012).

La infestación también por *Sitophilus* sp. Sobre el arroz almacenado en la ECM No.4 deviene una limitante para la inocuidad alimentaria en la entidad, ya que en el almacén se reciben 2,5 t de arroz, alimento que constituye el hospedante primario de esta plaga, lo que representa un alto riesgo fitosanitario. Consideramos que es un factor de riesgo y gran vulnerabilidad la permanencia en el almacén ECM No.4 de más de 12 000 unidades de este alimento, así como el tiempo de estancia, lo cual bajo las actuales condiciones de clima tropical propicia que este alimento esté propenso a una mayor incidencia de este insecto.

Ramos (2005), refiere que el ataque de insectos en almacenes produjo pérdidas económicas de alimentos esenciales como el arroz, chícharo, frijoles, lentejas, garbanzos y otros granos almacenados. En Ciudad de La Habana las afectaciones se triplicaron en el año 2004 en relación al año 2000, alcanzando estimados superiores a 1 325 t/año, con mayores pérdidas en chícharo, frijol negro y colorado. De igual forma en la provincia de Matanzas durante el periodo abril-junio del 2006 se cuantificaron considerables afectaciones sobre estos granos.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

Durante 2018 el Estado Cubano para satisfacer la demanda de arroz de la población importó volúmenes de este cereal, con compras anuales de 125 000 TM desde Guyana (Consejo de Ministros, 2018).

Teniendo en cuenta el comportamiento de las plagas descrito en nuestra investigación y el desconocimiento del personal técnico para la detección de estos individuos se elaboró una clave pictórica para el reconocimiento de los principales insectos informados en la Tabla 1. Ello permite agilizar la detección durante el manejo del almacén; el establecimiento de medidas profilácticas o preventivas, así como el aporte a la capacitación del personal vinculado a esta actividad económica.

### 4.2 Caracterización de los daños: estudios de nocividad.

Es de significar que en los cuatro granos muestreados se observaron plagamientos intensos, con poblaciones de 3-9 indiv. 3 kg<sup>-1</sup>, valor que supera el Umbral de Daño Económico (2 indiv. 3 kg<sup>-1</sup>) (CNSV, 2006). Esto sugiere la necesidad de establecer medidas de manejo para disminuir los daños económicos (CNSV, 2006). Las poblaciones de adultos que se reflejan en la Tabla 3, fueron superiores en arroz y maíz.

**Tabla 3. Índices de plagamiento según especie de coleóptero y tipo de grano.**

Espece	Daños y granos atacados	Infestación (indiv. 3 kg <sup>-1</sup> )
<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Perforaciones (Frijol)	3
<i>Sitophilus zeamais</i>	Perforaciones (Maíz)	8
<i>Sitophilus granarium</i>	Perforaciones (Chícharo)	5
<i>Sitophilus oryzae</i>	Infestación (Arroz)	9

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

Es de precisar que aunque las infestaciones de adultos fueron superiores en maíz y arroz; el ataque de la fase larval de estas plagas fue mayor en frijol y maíz, con predominio de las especies *Acanthoscelides obtectus* y *Sitophilus zeamais*.

El inventario de la Tabla 3 muestra coincidencia con Vázquez (2006); Domínguez y Marrero (2010) corrobora que generalmente los insectos que se relacionan con los granos.

### 4.3 Descripción de daños larvales de *Acanthoscelides obtectus* en el frijol.

En correspondencia con los niveles de plagamiento insectil, se encontraron abundantes perforaciones en el epicarpio del frijol negro y colorado debido a la alimentación de larvas de *Acanthoscelides obtectus*. Se observaron de 5-7 perforaciones / grano y externamente abundantes adultos. Además cuando se les realizó un corte transversal en la zona de las lesiones insectiles, se encontró que internamente el área cotiledonal estaba muy afectada por la alimentación de abundantes larvas de brúchidos (Figura 11).



Figura 11. Frijol infestado por *Acanthoscelides obtectus* (a) Lesiones en el epicarpio. (b) Lesiones larvales en el interior del grano.

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

Es de significar que ambos colores de testa fueron atacados, a pesar de informarse posible tolerancia al ataque de plagas en el frijol colorado (Hammond, 2010).

La permanencia inadvertida de las larvas y de sus deyecciones en el interior de los granos que se consumen afecta la calidad de este importante alimento para la población cubana. Ello adquiere mayor impacto en los granos procedentes de la CCS Juan G Gómez, cuyo objeto social es además la producción de semillas agrícolas. Marrero (2007) al caracterizar daños insectiles en granos de soya, encontró que las lesiones bucales de pentatómidos ocasionan la muerte del embrión y deprimen en un 80 % el poder germinativo de las semillas.

Sobre este coleóptero plaga, se destaca que las larvas carecen de patas, pero algunas poseen gran movilidad en el primer estadio. La perforación de entrada es prácticamente imposible de observar a simple vista y a través de ella pueden penetrar una o varias larvas. Cuando la larva completa su desarrollo, antes de pupar, corta la testa del grano sin dañar la cutícula, formando una "ventana" característica fácilmente visible en los granos de colores claros. El adulto, empuja la cubierta para salir del grano dejando un orificio característico de forma circular. En un mismo grano pueden desarrollarse varios individuos ya que las larvas no son caníbales, por lo que los granos dañados pueden presentar múltiples orificios.

En el campo, la hembra adulto introduce los huevos dentro de las vainas con granos fisiológicamente maduros. Durante el almacenamiento los coloca libremente entre los granos. De los huevos emergen las pequeñas larvas, que recorren los granos para posteriormente penetrar en su interior. Si la infestación ocurre en la planta, el adulto es capaz de perforar las vainas para emerger.

El daño descrito se relaciona con la trazabilidad, factor definido como la capacidad de reconstruir la historia, la utilización o la localización de un producto por medio de identificaciones registradas. Este es por consiguiente el seguimiento de las informaciones, desde el origen y durante todo el periodo de existencia de un producto alimentario (CNSV, 2006).

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

Vázquez (2006) corrobora que generalmente los insectos que se relacionan con los granos y sus productos en la etapa de post cosecha, tienen un doble sistema de dispersión que en ocasiones resulta imperceptible o simplemente no es objeto de inspección por el servicio fitosanitario, aspectos que deben tenerse presente para desarrollar un sistema de vigilancia y prevención.

Con el objetivo de corroborar el efecto de la elevada infestación larval y del consumo de biomasa del endospermo se evaluaron los coeficientes de nocividad

### 4.4 Determinación de los Coeficientes de nocividad.

El ataque larval encontrado en el interior de los granos de frijol CC 25-9 condicionó coeficientes de nocividad del 49,6 %, lo que supera considerablemente las afectaciones en chícharo y maíz, que mostraron pérdidas del 22,6 y 21,9 % respectivamente (Tabla 4).

**Tabla 4. Coeficientes de nocividad por consumo de biomasa del grano.**

Grano	P 100 granos Sanos (g)	P 100 granos Dañados (g)	Coef. Nocividad (%)
Frijol	25,40	12,80	49,60
Chícharo	21,47	16,61	22,60
Maíz	34,75	27,13	21,92

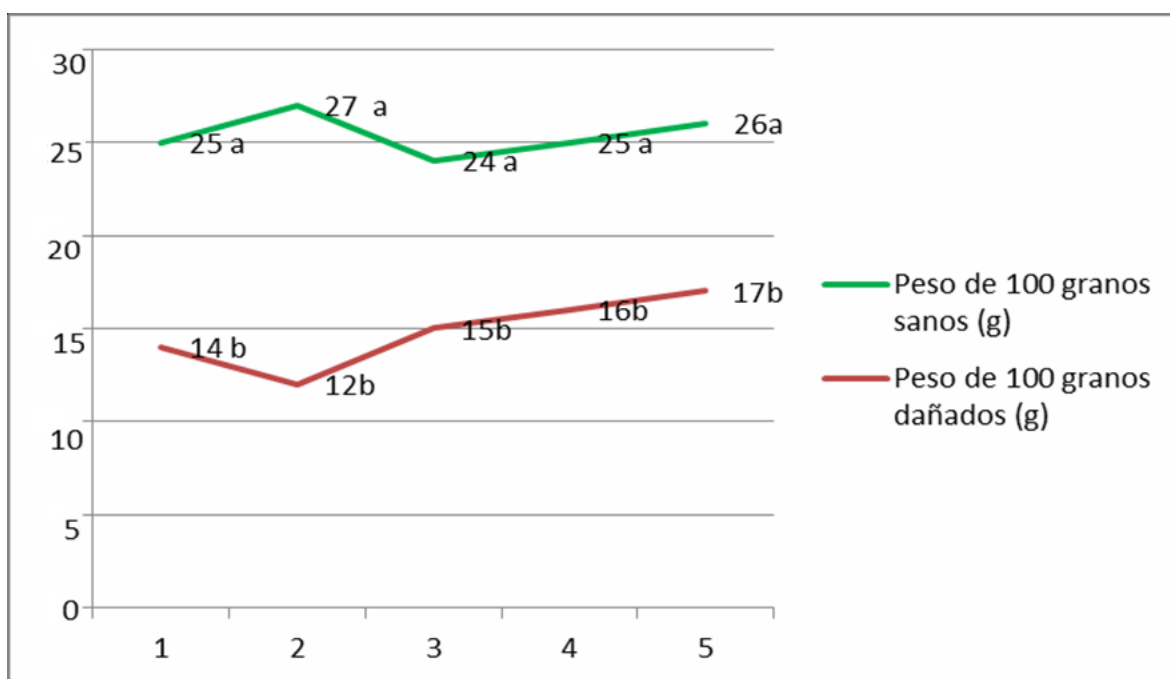
Las elevadas poblaciones y daños de estos coleópteros estuvo favorecida por las elevadas temperaturas 26,8°C - 28,4°C presentes durante el periodo experimental. Piedra (2006) señala que la temperatura contribuye de manera determinante a acelerar o retrasar los procesos bioquímicos que conducen a la degradación de los granos. Al mismo tiempo que ocurre la elevación de la temperatura aumenta la actividad biológica y reproducción de las poblaciones de insectos que

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

viven en los alimentos almacenados. La temperatura (15-35°C) ejerce una influencia directa sobre el ritmo de desarrollo y aumento de la alimentación de estos.

### 4.5 Daños por consumo de biomasa del grano de frijol.

El elevado valor del coeficiente en frijol, estuvo dado por la infestación larval ilustrada con anterioridad, lo que provocó que en los granos de frijol infestados la variable del rendimiento Peso de 100 granos solo alcanzara valores promedios de 14, 8g, con diferencias estadísticas respecto a los sanos. Ello evidenció que el insecto provocó una pérdida de casi la mitad de la biomasa del grano, resultado que demuestra el efecto nocivo del coleóptero (Figura 12).



Medias con letras desiguales en una misma columna difieren estadísticamente (según Test Duncan p 0.05)

Figura 12. Consumo de biomasa y daños provocados por *A.obctetus* en frijol CC 25-9: comportamiento del Peso de 100 granos (DS ± 0,19).



## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

Este resultado difiere con Maqueira *et al.*, 2017, quien en la variedad CC25-9 encontró valores entre 17,2-18,8 g para el peso de 100 granos, comportamiento que supera a lo observado en nuestro estudio. Ello permite afirmar que estas afectaciones en los granos provocan un importante daño económico y hacen necesario establecer medidas oportunas de manejo del complejo de coleópteros (Curculionidae y Bruchidae) observados.

Romero (2000) expresa que los coleópteros al incidir en los productos almacenados pueden ocasionar además otros daños de tipo directo: relacionados con la actividad del insecto en su alimentación. Se definen como la pérdida de peso del grano, la reducción del poder germinativo y del valor nutritivo. Además contamina el alimento por la presencia de insectos, partes de ellos, huevos, pupas, heces, etc.

En los elevados daños observados en frijol también influyó la temperatura, ya el ciclo biológico de *Acanthoscelides* sp. dura 4 a 6 semanas, dependiendo de la temperatura. A 30°C (potencial cercano al ambiente evaluado) y a 70 % de Hr su ciclo biológico es de solo 22-26 días, por lo que se incrementan los daños.

Los adultos de *S. oryzae* y *S. zeamais*, pueden vivir de 4 a 5 meses. La temperatura óptima para su desarrollo es de 26 a 30° C y la humedad relativa de 70 %, condiciones que están presentes en el almacén inspeccionado. La hembra adulta hace un hueco en el grano, deposita un huevo por grano y lo cubre con un fluido gelatinoso. Durante su ciclo de vida una hembra puede depositar de 300 a 550 huevos, los cuales incuban en tres días.

En el caso del maíz la alimentación de *S.zeamais* puede además diseminar los hongos filamentosos *Penicillium digitatum* y *Aspergillus* spp. , con la aparición de micotoxinas.

En los tres granos se hace evidente el potencial nocivo de los coleópteros plagas encontrados, que pueden producir cuantiosas pérdidas económicas para el país, ya que el precio de importación de estos granos según Murillo (2017) es superior a los 2.00 USD por kg.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

Los daños provocados condicionaron la necesidad de buscar nuevas fuentes de compuestos insecticidas menos agresivos para el ambiente, las plantas constituyen una alternativa como fuente de metabolitos secundarios con esta función.

### 4.6 Eficacia insecticida de extractos botánicos de *Agave* spp., *Piper* spp. y *Citrus sinensis* O.

#### 4.6.1 Efecto repelente y mortalidad de los extractos botánicos sobre *S. zeamais*.

Los cinco tratamientos estudiados evidenciaron efecto repelente sobre *S. zeamais*, ya que mostraron valores de repelencia inferiores a 1, los valores oscilaron entre 0,3-0,6. De igual forma propiciaron factor de mortalidad 70-80 % con respecto al control con solo 20 % de muertes (Tabla 5)

**Tabla 5. Efecto repelente y mortalidad de los extractos botánicos sobre *S. zeamais* *Acanthoscelides obtectus* (Temperatura 27°C).**

Tratamientos	Índices de Repelencia	Mortalidad(%)	TL <sub>50</sub> (h)
<i>Citrus sinensis</i>	0,30	80 <sup>a</sup>	4
<i>Piper aduncum</i> Subsp. <i>ossanum</i>	0,76	80 <sup>a</sup>	5
<i>Agave fourcroydes</i>	0,46	80 <sup>a</sup>	5
<i>Piper auritum</i>	0,80	60 <sup>b</sup>	5
<i>Agave americana</i>	0,66	40 <sup>c</sup>	5
Control	1,00	10 <sup>d</sup>	168

Medias con letras desiguales en una misma columna difieren estadísticamente (según Test Duncan p 0.05).

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

Los cinco tratamientos mostraron un comportamiento promisorio ya que disminuyeron más del 50% de la progenie de la plaga. Lagunes (1994), señaló que se consideran tratamientos fitosanitarios prometedores aquellos que ocasionan al menos 50 % mortalidad de la plaga.

Con el uso del extracto botánico de *Citrus sinensis* (semillas de naranja) se obtuvo una mortalidad de 80% en un tiempo letal medio de solo 4 horas y un índice de repelencia de 0.30. Este resultado se debe a que estas semillas contienen altas concentraciones de fenoles, incluyendo numerosas flavanonas y flavonas polimetoxiladas, glicósidos de flavonas y otros glicósidos fenólicos (Manthey, 2004).

El aceite *Piper aduncum* subsp. *Ossanum* también mostro mortalidad favorable, aunque con TL 50 de 5 horas, esto difiere de lo encontrado por Pérez y Suris (2011) sobre el coleóptero *L. serricorne*, al hallar mortalidad posterior al noveno día.

Los componentes mayoritarios del *Piper aduncum* subsp. *Ossanum* son el canfeno, alcanfor, piperitona y viridiflorol. Al efecto acaricida de los vapores de este aceite contribuyen varios de sus componentes volátiles y el efecto por exposición completa está asociado a los terpenoides oxigenados, entre los que son mayoritarios el alcanfor y la piperitona.

El aceite esencial de *Piper aduncum* subsp. *ossanum* es un candidato promisorio para el desarrollo de un acaricida botánico y podría ser utilizado en un futuro en el contexto de un manejo integrado de la virosis (Taylor, 2006). Por estas razones con su empleo se logró una mortalidad de 80% en un tiempo letal medio de 5 horas y un índice de repelencia de 0.76.

*Agavefourcroydes* y el *Agaveamericana* fueron responsables de una mortalidad de 80% en un tiempo letal medio de 5 horas y un índice de repelencia de 0.46 y una mortalidad de 40% en un tiempo letal medio de 5 horas y un índice de repelencia de 0.66, respectivamente.

Esto está provocado porque los agaves, en general, presentan numerosos metabolitos y los

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

compuestos bioactivos más importantes encontrados en este género son las saponinas, los fructanos, los alcaloides y los compuestos polifenólicos, entre estos últimos abundan los taninos, los terpenos y los flavonoides (Kumar *et al.*, 2014; Zhao *et al.*, 2014; Widsten *et al.*, 2014).

*Piper auritum* Kunth (Piperaceae), conocida como hoja santa o acuyo, es una especie aromática originaria de México y distribuida hasta Colombia. Tiene propiedades insecticidas, repelentes y antialimentarias por la presencia de aceites esenciales (metabolitos volátiles) y las conocidas piperamidas (Olivero-Verbel *et al.*, 2009). La utilización de estos aceites trajeron consigo una mortalidad de 60% en un tiempo letal medio de 5 horas y un índice de repelencia de 0.80.

Reda *et al.*, (2010) citaron el efecto insecticida de aceites volátiles de menta (*Menthapiperita* F.), albahaca (*Ocimumbasilicum* F.), naranja (*Citrussinensis* Osbeck) y limón (*Citruslimon* F.) sobre *L. serricorne*.

Resultados iguales al comportamiento mostrado por las Piperaceas fue encontrado por Salvadores *et al.*, (2007) al evaluar en condiciones de laboratorio el efecto de *Piper nigrum* L. y hallar valores de Repelencia de 0,75.

Los componentes mayoritarios del aceite *Piper aduncum* subsp. *Ossanum* son el canfeno, alcanfor, piperitona y viridiflorol. Al efecto acaricida de los vapores de este aceite contribuyen varios de sus componentes volátiles y el efecto por exposición completa está asociado a los terpenoides oxigenados, entre los que son mayoritarios el alcanfor y la piperitona.

El aceite esencial de *Piper aduncum* subsp. *ossanum* es un candidato promisorio para el desarrollo de un acaricida botánico y podría ser utilizado en un futuro en el contexto de un manejo integrado de la virosis (Taylor, 2006). Por estas razones con su empleo se logró una mortalidad de 80% en un tiempo letal medio de 5 horas y un índice de repelencia de 0.76.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

### 4.6.2 Efecto repelente y mortalidad de extractos sobre *Acanthoscelides obtectus*.

Teniendo en cuenta que el mayor volumen de granos almacenados en la Finca corresponden al frijol y dado los elevados coeficientes de nocividad (49,6 %), provocados por *A. obtectus*, así como las afectaciones en la variable del rendimiento peso 100 granos (Figura 12) se decidió evaluar la concentración máxima (100 % de ingrediente activos) de los extractos evaluados.

En la Tabla se evidencia que bajo condiciones de laboratorio los cinco extractos asperjados al 100 % de concentración también mostraron marcado efecto repelente, con IR 0.3-0.6. Los tratamientos con *Citrus sinensis* y *Piper auritum* ocasionaron un mayor efecto letal ya que en solo tres horas ambos preparados botánicos causaron la muerte de toda la población de *A. obtectus* (Tabla 6).

**Tabla 6. Efecto repelente y mortalidad de los extractos botánicos sobre *Acanthoscelides obtectus* (Temperatura 27°C).**

Tratamientos	Índices de Repelencia (IR)	Mortalidad (%)	TL <sub>50</sub> (h)
<i>Citrus sinensis</i>	0,30	80 <sup>a</sup>	100,00 <sup>a</sup>
<i>Piper auritum</i>	0,30	60 <sup>b</sup>	100,00 <sup>a</sup>
<i>Piper aduncum</i> Subsp. <i>ossanum</i>	0,50	80 <sup>a</sup>	80,00 <sup>b</sup>
<i>Agave americana</i>	0.60	40 <sup>c</sup>	70,00 <sup>b</sup>
<i>Agave fourcroydes</i>	0.60	80 <sup>a</sup>	70,00 <sup>b</sup>
Control	1,00	10 <sup>d</sup>	20,00 <sup>c</sup>

Medias con letras desiguales en una misma columna difieren estadísticamente (según Test Duncan p 0.05).

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

En relación a la alta mortalidad (100 %) provocada tanto por el aceite esencial de *Citrus sinensis* como por *Piper auritum*; Pereira *et al.*, (2008) al evaluar el efecto de *P. aduncum*, en el control de *Callosobruchus maculatus* (F.) obtuvieron a los cuatro días el 100 % de mortalidad en todas las concentraciones empleadas.

La rapidez de la acción letal encontrada bajo nuestras condiciones difiere de lo observado por Pérez *et al.*, (2012), quienes señalaron que el aceite esencial de *P. aduncum* subsp. *Ossanum* (PAO-1) produjo un aumento de las muertes (46 %) del coleóptero *L. serricorne* a partir del noveno día, donde alcanzó el 81,58 % de mortalidad a los 15 días.

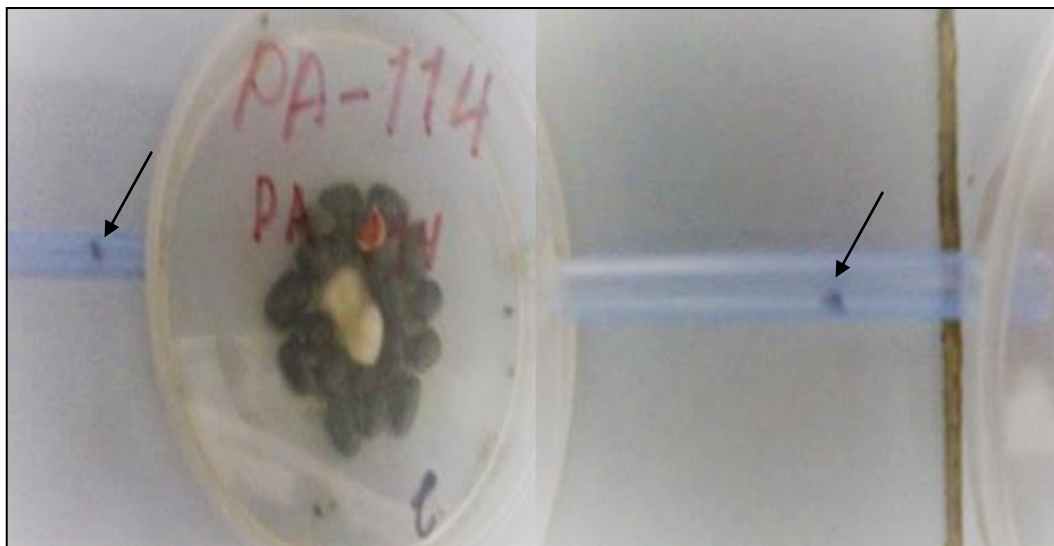
Varios productos de *P. aduncum* demuestran su poder antiinsecto, se informa que las plantas de la familia Piperaceae poseen propiedades repelentes e insecticidas (Celis, 2008).

Los resultados mostrados en las tablas anteriores muestran una disminución tanto de la población de *S. zeamais* como de *A. obtectus*, así como su efecto repelente, todo lo cual evidencia las posibilidades de uso de estos productos en el manejo de las plagas de semillas almacenadas en la provincia.

Resultó de particular interés constatar en las cámaras de repelencia la movilidad, y alta irritación provocada por *C. sinensis* sobre *A. obtectus* que produjo 100 % muertes, en solo 45 s. Durante este lapso se observó además la rápida migración de los individuos por los túbulos hacia las placas control, libres del extracto (Figura13)

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---



**Figura 13. Efecto repelente de *C.sinensis* sobre *A.obctetus*; nótese el desplazamiento del insecto hacia las recámaras testigo**

Las plantas del género *Citrus* L. han sido muy estudiadas para el control de microorganismos, encontrando que inhiben el crecimiento de varias especies de hongos (Martos *et al.*, 2008). Esto se debe a que producen varios metabolitos secundarios en los frutos y hojas, incluyendo alcaloides, terpenos, fenoles, flavonoides, taninos y saponinas (Okwu *et al.*, 2007).

Especies comunes como la naranja (*Citrus sinensis*), tienen una gran cantidad de metabolitos secundarios en la cáscara y en las semillas, los cuales tienen actividad plaguicida, con acción antifúngica (Lu *et al.*, 2006).

Las flavonas metoxiladas, casi exclusivas de los cítricos, como son la nobiletina, sinensetina, tangeretina, quercetogetina y heptametoxiflavona, son efectivas como sustancias antifúngicas. Esto se debe a que las flavonas metoxiladas no presentan glicosilaciones y tienen el grupo metoxilo en su estructura (Del Rio *et al.*, 2000).

Todos estos compuestos hacen que los cítricos tengan un gran potencial como fuente metabolitos secundarios para usarlos por la industria agropecuaria en el desarrollo de bioplaguicidas.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

Particularmente, las semillas de naranja contienen altas concentraciones de fenoles, incluyendo numerosas flavanonas y flavonas polimetoxiladas, glicósidos de flavonas y otros glicósidosfenólicos y se ha demostrado que estos metabolitos secundarios están relacionados con la actividad antioxidante de este género (Manthey, 2004)

### 4.6.3 Evaluación del efecto biofumigante de los aceites esenciales.

Al asperjarse los extractos directamente larvas de *A. obtectus* con aceites de *C. sinensis* y extracto de *A. fourcroydes* (Figura 14) , se halló también efecto letal, resultando superior con *C. sinensis* que alcanzó 100 % de muertes en un período inferior a una hora.



**Figura 14. Efecto larvicida de *A. fourcroydes* (a) y *Citrus sinensis* (b) sobre *A.obctetus*.**

Este efecto promisorio se puede deber a que *Citrus sinensis*; presenta flavonas metoxiladas, del tipo sinensetina (Lu *et al*, 2007). Además se señala que las semillas de naranja (*Citrus sinensis*), contienen altas concentraciones de fenoles, incluyendo numerosas flavanonas y flavonas polimetoxiladas, glicósidos de flavonas y otros glicósidos fenólico (Nogueiras *et al*, 2007)

A juicio del autor de esta tesis, la acción del extracto de *C.sinensis* que posee un olor penetrante pudo afectar la respiración de las pequeñas larvas escarabeiformes y obstruir el intercambio gaseoso espiracular.



## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

*Citrus sinensis* tiene una gran cantidad de metabolitos secundarios en la cáscara y en las semillas, los cuales tienen actividad antifúngica. Un ejemplo son las flavonas metoxiladas, casi exclusivas de los cítricos, como son la nobiletina, sinensetina, tangeretina, quercetogetina y heptametoxiflavona (Lu *et al.*, 2006).

En Cuba Vázquez y Fernández (2007) informaron 21 extractos con propiedades insecticidas y no incluye las especies de cítrico evaluados en el presente estudio.

Además se demuestra que las semillas de naranja (*Citrus sinensis*), contienen altas concentraciones de fenoles, incluyendo numerosas flavanonas y flavonas polimetoxiladas, glicósidos de flavonas (Del Rio *et al.*, 2000). Se informa que los fenoles poseen elevada actividad insecticida, con acción independiente o combinada, ejemplo de ello ocurren en los extractos de *C.latifolia* y *C.aurantiifolia* (Ojito-Ramos, 2012).

Sobre ello se demuestra que las fitoalexinas, tipo flavononas presentes en la planta, inducen la muerte por inhibición de la cadena respiratoria mitocondrial en varios organismos, tales como *Magnaporthe oryzae* Couch.

*Citrus sinensis* tiene una gran cantidad de metabolitos secundarios en la cáscara y en las semillas, los cuales tienen actividad antifúngica (Lu *et al.*, 2006). Un ejemplo son las flavonas metoxiladas, casi exclusivas de los cítricos, como son la nobiletina, sinensetina, tangeretina, quercetogetina y heptametoxiflavona.

Además la literatura consultada cita que varios glicósidos fenólicos están relacionados con la actividad antioxidante de este género de cítrico (Manthey, 2004).

### 4.6.4 Evaluación del Efecto Biofumigante de los aceites esenciales sobre los coleópteros

#### ***A. obtectus*, *S. zeamais* y *S.oryzae*.**

Los tres aceites esenciales PA 34; PA 48 y C114 (DL<sub>50</sub>: 1 ml) en solo 72 h mostraron efecto biofumigante letal (100 %) sobre las poblaciones de 2 individuos de *A. obtectus*, *Sitophilus zea*, *S.oryzae*, alimentados independientemente sobre granos de frijol, maíz, chícharo y depositados

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

en contenedores de 1491.50 cm<sup>3</sup> con un Volumen de Aire de 572,26 cm<sup>3</sup>. Los tratamientos difirieron del testigo, ya que no se observó muerte de los individuos durante 196 h (Figura15).



**Figura 15. Efecto Biofumigante de los aceites esenciales sobre los coleópteros *A. obtectus*, *S. zeamais* y *S.oryzae* bajo umbrales de daño de 2 individuos.**

Este estudio corroboró el efecto repelente y larvicida de los tres aceites esenciales sobre los coleópteros descritos en epígrafes anteriores, toda vez que en ambos ensayos no se observaron emergencia de nuevos adultos. Similar acción se encontró sobre los adultos previamente fumigados, que murieron paulatinamente en el interior de los frascos.

Ambos coleópteros plagas a partir de solo 5s, mostraron desplazamiento descendente, se alejaron rápidamente de la mota de algodón asperjado con los aceites, con movimientos de incoordinación neuromotriz (Figura16).

Es de significar que en ensayo en paralelo donde se fumigó con igual dosis 1 ml y se incrementó la población de la plaga a 10 insectos confinados herméticamente en los frascos contenedores a

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

volumen de aire de 1413.0 cm<sup>3</sup> también se obtuvo elevada mortalidad de los tres aceites sobre los coleópteros *A. obtectus* y *S. zeamais*, aunque con mayor efecto letal del Tratamiento C-114 (*C.sinensis*) que mató el 100 % de la población en 72 h (Figura16 (a,b)).

Al detallarse la mortalidad de *A.obctetus* y *S.zeamais*, aún bajo estas condiciones (mayor aireación y niveles de plagamiento insectil), se encontró que el tratamiento C 114 (*C.sinensis*) condicionó 80 % de mortalidad. Le siguieron los aceites de Piperacea PA 34 y 48 que provocaron 60 % de muertes, respectivamente, con diferencias estadísticas significativas respecto al control donde se halló solo 10 % de muertes (Figura16(c)).



**Figura 16. Efecto Biofumigante de los aceites esenciales sobre los coleópteros *A. obtectus*, *S. zeamais* bajo umbrales de daño de 10 individuos.**

Similar a esta conducta insectil se observó en las cámaras de repelencia, las cuales presentaron cambios de coloración y consistencia en las paredes de polietileno donde existió contacto con los aceites esenciales de *Citrus* al 100 % de concentración, que además sostuvieron un olor altamente penetrante al tacto de los investigadores. Esta observación presupone la existencia de

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

metabolitos secundarios con alta actividad bioquímica, que debe profundizarse en estudios futuros.

Resultados similares al mostrado por el aceite de *C.sinensis*, es notificado por Salvadores *et al.*, 2007 para los coleópteros plagas de almacén *A. obtectus*, *S. oryzae*, organismos dianas evaluados en el presente experimento.

Jiménez (2013) informó actividad antialimentaria de metabolitos secundarios presentes en semillas de *Citrus sinensis* sobre *Spodoptera* sp.

García *et al.*, 2007 refieren que el efecto fumigante de *P.auritum* está asociado a la presencia de alcaloides y miristicina. El aceite esencial de *P.auritum* contiene una fracción oxigenada como componente mayoritario, la cual es rica en safrol,  $\beta$ -linalol, cineol y acetato de terpineol (Hernández *et al.*, 2008). De Oliveira *et al.*, 2004 señalaron la presencia en estos extractos de una fracción hidrocarbonada con un alto contenido de sesquiterpenos, metabolitos que presentan probada acción insecticida.

Gupta *et al.*, 1985 coincidió en hallar que el safrol, es un compuesto constituyente de varios aceites esenciales y que habitualmente ha sido extraído de la raíz del sasafrás en forma de aceite, que lo contiene en abundancia.

El efecto biofumigante de este extracto botánico sobre *A.obctetus* fue descrito por Pino *et al.*, 2008, pero en inferiores volúmenes de conservación de granos (tubos de ensayos inoculados). Esta autora encontró mortalidad promisorio del aceite esencial de *C. sinensis* al 50 % de concentración.

Los aceites esenciales de piperáceas y rutáceas se consideran como ingredientes activos en algunos plaguicidas botánicos, debido a su eficacia frente a un número considerable de plagas, su toxicidad mínima en mamíferos y su disponibilidad general. Se usan como agentes insecticidas, además presentan propiedades antifúngicas y antibacterianas frente a microorganismos patógenos (Isman, 2006, Copping, 2007).

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

Estos antecedentes publicados en la literatura consultada permiten inferir que la efectividad técnica sostenida de los tres aceites esenciales validados durante el presente estudio devienen una alternativa a implementar en pequeños almacenes de granos como los de la CCS Juan G. Gómez y el almacén de la ECM No.4, donde en este último se conservan granos por largos periodos (Anexo 1) que influyen en posibles reinfestaciones de insectos plagas.

La eficacia de los aceites esenciales evaluados permite además disminuir las cargas de insecticidas que como el Carbaryl y la Cipermetrina se emplean en ambos almacenes evaluados. Es importante enfatizar que la Residualidad y Tiempo de Carencia de los cinco extractos botánicos estudiados es muy inferior a estos plaguicidas químicos, lo que contribuye a la inocuidad alimentaria del territorio matancero.

En el país se realizan costosas fumigaciones con tratamiento de pastillas de fosfamina, se indica que hay que tomar precauciones específicas para su manejo. Las pastillas de fosfina son muy peligrosas y únicamente personas capacitadas deben aplicarlas. Nunca las utilice en el interior de casas-habitación. Para realizar una fumigación, asegúrese de que dispone de contenedores herméticos o cerrados (bidones, sacos de plástico); de que el grano quedará protegido por toldos o telas de plástico o guardado en tambos o silos metálicos.

El gas de fosfina se vende en forma de tabletas de fosfuro de aluminio, que liberan fosfina al entrar en contacto con la humedad del aire. Nunca toque las pastillas; se recomienda utilizar guantes. Tras aplicar la sustancia se debe mantener el producto cerrado herméticamente, durante tres días por lo menos (García *et al.*, 2007). De ser así esta condición de manejo de plagas, se afectaría el traslado de alimentos necesario para los comedores de la ECM No.4.

### **4.7 Evaluación económica y ambiental.**

Es positivo expresar además las bondades económico-ambientales, *de ambos productos botánicos dado su efecto en la mortalidad de las larvas de A.obtectus* y la consiguiente interrupción de daños y la emergencia de los adultos. Ello deviene una alternativa sostenible en comparación con el insecticida sintético Carbaryl empleado por los campesinos en la Finca.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

En la Tabla 7 se aprecia que el costo de producto químico Carbaryl (insecticida sintético para el control de plagas en el frijol y maíz) es de 7,14 CUC.Kg-1, precio que se considera muy elevado, por lo que demuestra la baja rentabilidad económica del insecticida.

**Tabla 7. Relación costo-beneficio del Insecticida Carbaryl.**

Productos	Procedencia	Ingrediente Activo (IA)	Costo kg-L USD	Toxicidad			Tiempo de Carencia (días)
				Mamíferos	Abejas	Peces	
Carbaryl (Cebicid PH85)	Insecticidas Internacionales CA, Venezuela	Carbarilo	7,14	III	1	2	7
Cipermetrina CE 25	Zell Chemie SL, España	Cipermetrin	14,63	II	1	2	7
Foscam Tableta	Zell Chemie SL, España	Fosfuro de Aluminio	19,33	IA	1	3	NA

Cebicid es un carbamato importado de Insecticidas Internacionales CA, Venezuela ue se cotiza a un elevado costo. Es de destacar su impacto ambiental dada su categoría toxicológica, con Toxicología en Mamíferos (TAM): III (Ligeramente Tóxico).

Tiene además efecto adverso en Abejas: Grado1 (Preservar siempre a las abejas de su contacto, mediante el traslado de las colmenas o por el aislamiento de las familias) .Este efecto sobre abejas, pudiera ser similarmente nocivo contra controles biológicos de las plagas de coleópteros, tales como especies de avispidas de la Familia Pteromalidae.

Aunque los campesinos de la CCS Juan G. Gómez aplicaron este insecticida, consideramos que la aplicación del Carbaryl debe ser monitoreada porque presenta además una dosis letal de 500 mg/kg de peso corporal y tiene un tiempo de carencia de 7 días, que repercute sobre la inocuidad

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

alimentaria. Todo ello indica la necesidad de reducir el uso de este plaguicida sintético en las fincas evaluadas y socializar las bondades de los productos naturales evaluados.

Cipermetrina es un producto importado de Zell Chemie SL, España y se compra un precio elevado. Su toxicología en Mamíferos (TAM): II (Moderadamente tóxico); tiene un ligero impacto ambiental.

Tiene además efecto adverso en Abejas: Grado1. Este efecto sobre abejas, pudiera ser similarmente nocivo contra controles biológicos de las plagas de coleópteros, tales como especies de avispidas de la Familia Pteromalidae.

Aunque en el almacén de la ECM No.4 aplicaron este insecticida, consideramos que su utilización debe ser monitoreada porque tiene un tiempo de carencia de 7 días, lo cual que repercute sobre la inocuidad alimentaria. Todo ello indica la necesidad de reducir el uso de este plaguicida en productos almacenados.

Foscam Tableta es un Fosforo de Aluminio importado de Zell Chemie SL, España que se obtiene a un elevado costo. Su toxicología en Mamíferos (TAM): IA (Extremadamente Tóxico), hace que sea necesario destacar su impacto ambiental.

Tiene además efecto adverso en Abejas:Grado1. Este efecto sobre abejas, pudiera ser similarmente nocivo contra controles biológicos de las plagas de coleópteros, tales como especies de avispidas de la Familia Pteromalidae.

En el almacén de la ECM No.4 aplicaron este insecticida. Teniendo en cuenta sus características se hace necesario reducir su uso en productos almacenados.

Si consideramos lo antes expuesto y teniendo en cuenta que el uso de los aceites esenciales es extremadamente barato y no reporte impacto alguno al medio ambiente

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### CONCLUSIONES.

1. El inventario de coleópteros plagas asociados a los granos de arroz, frijol, maíz y chícharo almacenados en la ECM No.4 y la CCS Juan G Gómez arrojó el hallazgo de siete especies; *Acanthoscelides obtectus* Say y *Sitophilus zeamais* mostraron mayor incidencia.
2. Los estudios de nocividad permitieron demostrar el hallazgo de plagamientos intensos en los granos (3-9 ind.3 kg -1 granos), con consumo de biomasa del 49,5 y el 21,9 % en frijol, maíz y afectaciones en el peso de 100 granos.
3. Los cinco tratamientos mostraron efecto repelente sobre *S. zeamais* y *A. obtectus*, con Índices de Repelencia 0,3-0,6. *C. sinensis*, *Agave fourcroydes* y *P. aduncum* causaron 80 % de mortalidad sobre *S. zeamais*; *C. sinensis* y *P. auritum* fueron más promisorios sobre *A. obtectus* con 100 % de muertes con diferencias estadísticas respecto al testigo.
4. El aceite de *C. sinensis* mostró efectividad larvicida sobre *A. obtectus* con 100 % de mortalidad en 0,5 horas y causaron mortalidad del 80 % de los adultos en solo 3 h con diferencias estadísticas respecto al control que mostró 20 % de muertes.
5. Los tres aceites esenciales PA 34; PA 48 y C114 evidenciaron efecto biofumigante sobre *A. obtectus*, *Sitophilus zeamais*, *S. oryzae* bajo umbrales económicos de dos insectos3 Kg -1 granos, con 100 % de muertes en 72 horas, con factibilidad económica – ambiental respecto a fumigantes sintéticos empleados en almacenes.



## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

### **RECOMENDACIONES.**

1. Evaluar, bajo condiciones de almacén y campo, la actividad biofumigante de los extractos botánicos, así como sus posibles efectos fitotóxicos y sobre parasitoides de los coleópteros.
2. Encauzar estudios futuros para profundizar en el ingrediente activo, la preformulación y la estabilidad de los aceites esenciales, con vistas a su generalización como candidatos a plaguicidas botánicos.
3. Socializar los resultados en el sector campesino y en la dirección de la Empresa Constructora Militar No.4, con el fin de implementar un Programa MIP.

**Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

**ANEXO 1.**

**Existencia de alimentos en el almacén de la Empresa Constructora No. 4 en el año 2018.**

<b>Producto:</b>	<b>U/M:</b>	<b>Cantidad:</b>	<b>Tiempo de permanencia (días):</b>
Arroz	Kg	5500,0	138
Frijol	Kg	1500,0	90
Chícharo	Kg	1200,0	160

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Abbott, WS. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Ent.*; 18 (2): 265-267.1925
2. Abogast, R.; J. Throne. «Insect Infestation of Farm Stored Maize in South Carolina; Towards Characterization of a Habitat». *Journal of Stored Products Research* 33: 187-198. 1997
3. AGREVO. Manual de identificación de Plagas de almacén. Recomendaciones para su control: 17-22.2005
4. Alfonso L. Evaluación antimicrobiana y molusquicida de extractos acuosos y etanólicos de *Agave* sp. Tesis de Diploma. Universidad de Matanzas: 64pp. 2017
5. Almaraz-Abarca, N., González-Elizondo, M., Campos, M., Ávila-Sevilla, Z.E., Delgado-Alvarado, E.A., Ávila-Reyes, J.A. Variability of the foliar felon profiles of the *Agave victoriae-reginae* complex (Agavaceae). *Botanical Sciences*.91 (3):295-306. 2013
6. Báez, L. M. Diagnóstico taxonómico, caracterización de daños y manejo de insectos plagas en el almacén de alimentos de la empresa constructora militar (ECM4). Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” .2014
7. Benzi V.; Stefanazzi N.; Ferrero A.A. Biological activity of essential oils from leaves and fruits of pepper tree (*Schinus molle* L.) to control rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.). *Ch. J Agric Res*. 69 (2):154-159.2009
8. Betancourt, Carlos M. y Scatoni, Iris B. Guía de Insectos y Ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay; Tercera edición. Universidad de la República, Fac. de Agronomía, Montevideo: 25 pp. 2010

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

9. Bouchardi, P; Lawrence, J; Flinn, D; Arlters, E. and Newton, A. F. Synoptic classification of the world Tenebrionidae (Insecta: Coleoptera) with a review of family-group names. *Annales Zoologici (Warszawa)*, Nr. 55 (4): 499-530. 2005
10. Bruner, S.C.; Scaramuza, L.C. y Otero, A. R. Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Segunda Edición. Academia de Ciencias. La Habana. 399 pp. 1975
11. Cassini, C. y Santajuliana, M. Control de insectos en granos almacenados. *Rev. Agromercado* 12 (4): 110-112. 2008
12. Castillo, T. Tecnología del beneficio de granos y semillas. Plagas e insectos en granos almacenados. Universidad Nacional de Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Programa de Procesos Industriales San Carlos. Estado de Cojedes. Venezuela.2010.
13. Celis A, Mendoza C, Pachón M, Cardona J, Delgado W, Cucal. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. *Agronomía Colombiana*; 26(1):97-106. 2008
14. Chigodi, M.O, Samoei, D.K. and Muthangya, M. Phytochemical screening of *Agavesisalana* Perrinele aves (waste). *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*. 4(4): 200-204. 2013
15. CNSV. Curso sobre Manejo Integrado de Plagas en almacenes, silos, instalaciones de la industria molinera y transportación de alimentos. Impresiones MINAG. Ciudad de La Habana. 78pp. 2006
16. CNSV. Lista Oficial de Plaguicidas. Resolución Conjunta del Ministerio de Salud Pública y el Ministerio de la Agricultura. 2014
17. Copping LG, Duke SO. Natural products that have been used commercially as crop protection agents. *Pest Manag Sci.*; 63:524-554. 2007

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

18. Deepak, S.A, Oros, G, Sathya narayana, S.G, Shetty, H.S, Sashikanth, S. Antisporulant activity of watery extracts of plants against *Sclerospora graminicola* causing downy mildew disease of pearl millet. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 2(1): 36-42.2007
19. Del Rio, J. Arcas, M., Botía, J., Báidez, A.,Fuster ,M., Ortoño, A. Involvement of phenolic compound in the antifungal defense mechanisms of *Olea europaea* and *Citrus* sp. *Recentres. Devel. Agricultural & Food Chem.* 4:331-341. 2000
20. Delgado AW, Cuca SLE. Composición química del aceite esencial de *Piper hispidum*. *Rev Productos Naturales.* 1(1):5-8. 2007
21. Delgado AW, Cuca SLE. Composición química del aceite esencial de *Piper hispidum*. *Rev Productos Naturales.* 1(1):5-8. 2007
22. Domínguez, J. E; Marrero Artabe, L. y Torrent, J. Entomofauna asociada a productos alimenticios almacenados. Uso de trampas de captura como alternativa de manejo. *Rev. Fitosanidad* 13 (2): p 144. 2010
23. Dowd, P. Dusky sap beetle (Coleoptera: Nitidulidae) and other kernel damaging insects in Bt and non-Bt sweet corn in Illinois. *Journal of Economic Entomology* 93: 1714-1720. 2000
24. Eastmond, A.; Herrera, J.L.; Robert, M.L.2000.La biotecnología aplicada al Henequén: Alternativas para el futuro. Centro de Investigaciones Científica de Yucatán. México.106p.2000
25. Elicriso. ¿Cómo cultivar y curar las plantas? Agave. Información de la planta. Propiedades y cultivo.2017

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

26. FAO. Insectos que dañan granos productos almacenados. *Bulletin de la FAO*. Roma: 5 pp.2013
27. FAO. Departamento de Agricultura. Manual de manejo pos cosecha de granos a nivel rural. 2017
28. Faure, A.B., Benítez G.R., Rodríguez A.E., Grande M.O., Torres M.M., Pérez R.P. Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. 1st ed. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical; 22 p. 2014
29. García- Lara, S.; Espinosa, C.Ñ; Bergvinson, D. Manual de Plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, p 65. 2007
30. García-Oviedo, J. A. Elabora IPN frijol instantáneo altamente nutritivo. El Universal. Recuperado de <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/39081.html>. 2007
31. González-Valdez, L.S., Almaraz-Abarca, N., Proal-Nájera, J.B., Robles- Martínez, F., Calencia-Del-Toro, G. and Quintos-Escalante, M. Surfactant properties of the saponins of *Agave durangensis*, aplicación oarsmen removal. *International Journal of Engineering and Apple Sciences*.4 (2): 87-94. 2013
32. Granados-Echegoyen, C., Pérez-Pacheco, R., Bautista-Martínez, N., Alonso- Hernández, N., Sánchez-García, J.A., Martínez-Tomas, S.H. and Sánchez- Mendoza, S. Insecticidal effect of botanical extracts on developmental stages of Bactericidal cockerel (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Southwestern Entomologist*. 40 (1): 97-110. 2015
33. Guleria, S., and Kumar, A. Antifungal activity of *Agave americana* a leaf extract against *Alternaria brassicae*, causal agent of Alternaria blight of Indian mustard (*Brassica juncea*) *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 42 (4): 370-375.2009

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

34. Gupta MP, Arias TD, Williams NH, Bos R, Tattje DHE. Safrole, the main component of the essential oil from *Piper auritum* of Panamá. *J NatProd.* 48:330. 1985
35. Hammond, R. B., R. A. Higgins, T. P. Mack, L. P. Pedigo, & E. J. Bechinski. Soybean pest management, pp. 341-472 En *CRC Handbook of Pest Management in Agriculture*, 2nd Edit. D. Pimentel, Ed. CRC Press, Inc. Boca Ratón, FL., 2010.
36. Hernández LD, Rodríguez MJ, García D, Pino AJ. Actividad antidermatofítica en vitro de aceites esenciales. *Rev Cubana PlantMed.* Marz; 8(2). (Consultado: 9 oct 2008). Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/pla/vol8\\_2\\_03/plasu203.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/pla/vol8_2_03/plasu203.htm). 2003
37. IFAS. Sap beetles in Florida. Institute of Food and Agriculture Sciences. *Bulletin of Florida University*: 5 pp. 2012
38. Info Rural, Noticias Agrarias. El henequén tenía 7 variedades, de las que 4 están perdidas. 2017
39. IPS. Menos plagas en alimentos almacenados. *Economics Press Service* 07/08. Alimentación. 2014
40. IPS. Menos plagas en almacenes. *Economics Press Service* Número: 7, Año: 21, Mes: Marzo: 4 pp. 2014
41. Isman MB. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Ann RevEntomol.* 51:45-66.2006
42. ISO. International Standarization Organization. ISO 6571. Spices, condiments and herbs- Determination of volatile oil content. (Norma ISO). 1984
43. James, D. G and Vogele, B. Development and survivorship of *Carpophilus hemipterus* (L), *Carpophilus mutilatus* Erichson and *Carpophilus humeralis* (F). (Coleoptera: Nitidulidae) over range of constat temperatures. *Australian Journal of Entomology.* 39 (3): 180-184. 2009

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

44. Jiménez Ramos, J. Production and use of Microbial biopesticides in phytosanitary crop protection in Cuba. Resúmenes VIII Seminario Científico Internacional. INISAV, La Habana p 120, 2013
45. Kingsolver, J.M. Handbook of the Bruchidae of the United States and Canada (Insecta, Coleoptera). Technical Bulletin I 1912:1-324.2004
46. Koehler PG. Cigarette Beetle, *Lasiodermaserricorne* (Coleoptera, Anobiidae). 2008.
47. Krischik, V.; Burkholder, W. Insectos de Productos Almacenados y Agentes de Control Biológico. Servicio Cooperativo de Extensión, Universidad del Estado de Oklahoma. Editorial Stillwater: 102-158. 2003
48. Kumar, R., Kumar, P., Kumar, G. and Chandra, R. Evaluation of mosquito larvicidal efficacy of leaf extract of cactus plant, *Agavesisalana*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*.2(1):83-86.2014
49. Lagunes A. Extractos, polvos vegetales y minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memoria. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, México. 35 p.1994
50. LAPROSAV. Listado oficial de plaguicidas. Precios actualizados. Departamento de Economía. Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Matanzas.2014
51. La Rosa, J. y Vázquez, L. L (1991): Distribución, daños y lucha contra los principales insectos de los productos vegetales almacenados en Cuba. Ed. CID-INISAV. Ciudad Habana. 29 pp.1991
52. López Mérida, G. Delgado Merchán, S y Salas Castrillo, S. Guía para el manejo adecuado de plaguicidas en almacenes de granos. Almacenadora Sur S.A de C.V. México DF. p. 62.2007



## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

53. Lorea-Barocio J.C.; Romero-Nápoles J.; Valdez-Carrasco, J.; Carrillo, J.L. Especies y hospederas de los Bruchidae (Insecta: Coleoptera) del Estado de Jalisco, México. *Agrociencia* 40:511-520. 2006
54. Lu, Y., Zhang, C., Bucheli, P., Wei, D. Citrus Flavonoids in Fruit and Traditional Chinese Medicinal Food Ingredients in China. *Plant Foods for Human Nutrition* 61: 57–65. 2006
55. Magdariaga, C. y La Vega, C. Indicaciones para el uso de las trampas de feromonas Lasiotrap. Informe Dirección de Supervisión y Control. 2005
56. Manthey J. A. "Fractionation of orange peel phenol in ultra-filtered molasses and mass balance studies of their antioxidant levels"; *J. Agric. Food Chem.*; Vol. 52, No 25, 7586-92. 2004
57. Maqueira, L; Rojan, O; Pérez, S; Torres, W. Crecimiento y Rendimiento de Cultivares de frijol Negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en la localidad de los Palacios. *Cultivos Tropicales*, vol. 38, no. 3, pp. 58-63. 2017
58. Marrero, L. Entomofauna Associated to Soybean Varieties: Harmfulness, Population Fluctuation and Natural Enemies of the Phytophage Complexes of Greater Agricultural Interest. Summary of a PhD Thesis presented to obtain the scientific degree in Agricultural Sciences, *Rev. Fitosanidad* 17(1): 39. *Rev. Protección Vegetal* 22 (2): 134 pp. 2007
59. Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. Antimicrobial activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. *Food Control*. Volume 19, Issue 12, Pág. 1130-1138. 2008
60. Mendoza Hernández, F. y Gómez Sousa, J. Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Isla de Cuba. Editorial Pueblo y Educación. Ministerio de Educación Superior. Ciudad de La Habana. Cuba., p.176. 1982

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

61. MINAG. Producción sostenible de maíz en Cuba. República de Cuba. Ministerio de la Agricultura. Situación de los granos en Cuba. 2017
62. MINCIN. Manejo integrado de plagas de granos y cereales en almacenamiento no climatizado. Curso de Postgrado impartido por especialistas del Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior. La Habana. 2014
63. Miralles, L. Manejo Integrado de Plagas en almacenes, silos, instalaciones industriales y transportación de alimentos. VI Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal: II Conferencia Internacional de Alternativas al Bromuro de Metilo. Ciudad de La Habana, Cuba. 2008.
64. Murillo, M. Distribución de alimentos, cuestión esencial, periódico Granma, La Habana, 26 de junio del 2017.
65. Neningen, Norma; Miriam Fritzes Robledo; Manuel Santos Rodríguez. Alternativas en el tratamiento de plagas en almacenes e instalaciones industriales de alimentos para la eliminación del bromuro de metilo. Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior. Cuba: 25 pp.2014
66. Nielsen, P. Alternatives to methyl bromide. IPM in typical Danish flour mills. Miljonyt 55: 30 pp. 2000
67. Noguieras C.; Torres Nieto, S. Y.; Moya Rangel, J.; León Reyes, F. Aislamiento Y caracterización de dos flavonas de semillas de Citrus Sinensis (Valencia). Revista Cubana CC de Química, vol. XIX, núm. 1, pp. 84-87, 2007
68. Ojito-Ramos K, Herrera Y, Vega N, Portal O. Actividad antioxidante in vitro y toxicidad de extractos hidroalcohólicos de hojas de Citrus spp. (Rutaceae). Rev Cub Plant Med.; 17:368-379.2012

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

69. Okwu, D., Awurum, A., Okorokkwo, J. Phytochemical composition and In Vitro antifungal activity screening of extracts from Citrus plants against *Fusarium oxysporum* of Okra plant (*Hibiscus esculentus*). African Crop Science Conference Proceedings. Vol. 8. Pp. 1755-1758.2007
70. Oliveira LHW, Ehringhausm Ch, Yoshio PK. Genetic diversity of *Pimenta longa* genotypes (*Piper* spp., *Piperaceae*) of the Embrapa Acre germplasm collection. Genetics and Molecular Biology. 27(1):74-82. 2004
71. Olivero-Verbel, Fernández. Stashenko, E. Acute toxicity against *Artemia franciscana* or essential oils isolated from plants of the genus *Lippia* and *Piper* collected in Colombia. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 5: 419-427. 2009.
72. Omodamiro, O.D., Unekwe, P.C., Nweke, I.N. and Jimoh, M.A. Evaluation of diuretic activity of ethanol extract and its fractions of *Agave sisalana*. Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2 (1): 1-6. 2014
73. Pascual-Villalobos, M.J y Estal, P. Plagas de almacén del arroz y enemigos naturales en Calasparra (Murcia). *Boletín Sanidad Vegetal. Plagas*. España. No.30: 365-368. 2004
74. Pereira R, Adriana C, Vargas OJ, Correa G., Gomes C.A. Actividad Insecticide de óleos essentials e fixes sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) in grains de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.); 32(3):717-724.2008
75. Pérez JC, Suris M. Insectos asociados al cultivo del garbanzo (*Cicerarietinum* L.) en la provincia Las Tunas. Rev Protección Veg. 2011; 26(3):191-193.2011
76. Pérez, J. C; Pino, O; Ramírez, S, Suris, M. Evaluación de productos naturales para el control de *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobidae) sobre garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en condiciones de laboratorio. *Rev. Protección Vegetal*. Vol. 27 No. 1: 26-32, 2012.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

77. Pérez, J.C; Oriela Pino; Susana Ramírez; Moraima Suris. Evaluación de productos naturales para el control de *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae) sobre garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en condiciones de laboratorio. *Rev. Protección Veg.* 27 (1): 26-32. 2012
78. Pérez, Nilda; J. Hernández; K. Barroso; JA. Ramos y C. Rosquete: Tendencias en el uso de plaguicidas en Cuba, con énfasis en plaguicidas altamente peligrosos. Resúmenes del Taller Internacional de Plaguicidas Químicos. VIII Seminario Científico Internacional, INISAV, La Habana: 124 pp., 2017
79. Pérez-Infante, L. Behavior of the analysis of the natural insecticide Tabaquina in the agricultural production of Santiago de Cuba. Resúmenes del Taller Internacional de Plaguicidas Químicos. VIII Seminario Científico Internacional, INISAV, La Habana: 124 pp.2017
80. Piedra, Felicia. Plagas insectiles en productos almacenados. Biología y ecología y métodos de lucha. INISAV., p.19.2006
81. Pino O, Sánchez Y, Rodríguez H, Correa TM, Demedio J, Sanabria JL. Caracterización química y actividad acaricida del aceite esencial de *Piper aduncum* subsp. *ossanum* frente a *Varroa destructor*. *Rev Protección Veg.*; 26(1):52-61, 2011
82. Pino, Oriela. Proyecto Nacional. Contrato No.P131LH003055. 2017
83. Pino, Oriela; Fanny, Jorge; Tacoronte, J y Bhupinder P.S. Aislamiento y caracterización de candidatos plaguicidas a partir de + Lin. *Fitosanidad* 12 (3): 177pp. 2008
84. Pino, Oriela. Proyecto Nacional de Investigación "Plagas en granos y productos bioactivos para su control". Comunicación personal. 2018
85. R.P. Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. 1sted. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical; 22p. 2014.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

86. Ramos, María Cristina. Consideraciones sobre las pérdidas en productos almacenados en Cuba. Primer Taller Nacional de Alternativas al Bromuro de Metilo en almacenes, silos e instalaciones industriales en Cuba. MINCIN. Ciudad de La Habana, Cuba. 2005
87. Reda F.A., Hoda M.A., Nabila M.S, Nagwa H.A. Insecticidal activity of Four Volatile Oils on Two Museum Insects Pests. *Egypt Academy J Biologic Sci.*; 2(2):57- 66. 2010
88. Reddy, G.K., Lakshmi, S.M., Kumar, C.K.A., Kumar, D.S. and Srinivas, T.L. Evaluation of anti-inflammatory and antioxidant activity of methanolic extract of *Agave cantala* Roxb. *Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences.* 4(4): 1300-1309.2013
89. Rey, Maidely. Aplicación del HACCP al Manejo Integrado de Plagas en Almacenes: Manejo Integrado de Plagas en Almacenes, Silos, Instalaciones de industria Molinera y Transportación de Alimentos. NC 136 /2007. Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) y Directrices para su Aplicación: NC 136 /2007: 5 pp. 2014
90. Robert, M.L.; Herrera, J.L.; Chan, J.L.; Contreras, F. Micropropagation of *Agave* spp. J: P: Y: Bajaj (Ed). *Biotechnology in Agriculture and Forestry.* Springer-Verlag. 19: 306 -329. 1992
91. Rojas, P. A. Insectos plagas de granos almacenados en un Silo Metálico de la provincia Matanzas: etología, nocividad y agentes de control biológico. Resumen de Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas. *Rev. Protección Veg.* 29(1): 125 pp. 2014
92. Romero, G. Control de plagas de los granos y productos almacenados. *Rev. Agromercado* 12 (4): 106-112. 2000
93. Romero, N.J. Bruchidae de México (Insecta: Coleoptera). (en: J. B. Llorente y J. J. Morrone (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento.* Facultad de Ciencias, UNAM, Vol. III. pp. 710 pp. 2002
94. Romero, R.F. Manejo Integrado de Plagas: las bases, los conceptos, su mercantilización. Colegio de Postgraduados: Instituto de Fitosanidad, Montecillo, Chapingo, Tezcoco.

## Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.

---

México: 55 pp. 2007

95. Romeu A; G. Dierksmeier-Corcuera, L. Orta-Arrazcaeta, M. Lugo-Álvarez, R. Batista-Córdova, Y. Ortiz- García, M. Ferraz-Jiménez. Evaluación de contaminantes orgánicos persistentes (COPs) en muestras ambientales. Resúmenes del Taller Internacional de Plaguicidas Químicos. VIII Seminario Científico Internacional, INISAV, La Habana: 124 pp. 2017
96. Sabbour MM, E-Abd-El-Aziz S. Efficacy of some bioinsecticides against *Bruchidius incarnates* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation during storage. *J Plant Prot Res.*; 50(1): 28-34. 2010
97. Salvadores UY, Silva AG, Tapia V M, Hepp GR. Polvos de especias aromáticas para el control del gorgojo delmaíz, *Sitophilus zeamais*Motschulsky, en trigo almacenado. *AgriTéc* (Chile); 67(2):147-154. 2007
98. Sánchez Y, Pino O, Correa TMV, Naranjo E, Iglesia A. Estudio químico y microbiológico del aceite esencial de *Piper auritum*Kunth (caisimón de anís). *Rev Protección Veg.* (1): 39-46. 2009
99. Sánchez Yaíma, Oriela Pino, Fanny Jorge Lazo, Yudith Abreu, E. Naranjo, Aleika Iglesia Actividad promisorio de aceites esenciales de especies pertenecientes a la tribu Pipereae frente a *Artemia salina* Y *Xanthomonas albilineans* *Rev. Protección Veg.* Vol. 26 No. 1: 45-51, 2011.
100. Scott, I. M.; Jensen, H. R.; Philogene, B. J.; Arnason, J. T. A review of *Piper* spp. (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. *Phytochemistry Reviews* 7: 65-75. 2008

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

101. Silva G, Orrego O, Hepp R, Tapia M. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. *Pesq Agropec Bras Brasília.*; 40(1):11-17, 2005.
102. Silva, G. Control Orgánico de los granos almacenados. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía .Universidad de Concepción. Argentina: 61 pp. 2009
103. Statgraphics (Statistic professional Software : Statgraphics plus 5.0. 1955
104. Stenhagen E, Abrhamsson S, McLafferty FW. Atlas Registry of Mass Spectra Data. 1974.
105. Tateya, A and Mizobuchi, M. Contribution for MBTOC progress report on the recent knowledge on the development alternatives in Japan. TEAP. Progress Report. 2005
106. Taylor, Dr. Leslie. «Technical Data Report for Matico (*Piper aduncum*, *angustifolium*) » (PDF). Rain tree Nutrition. 2006
107. Tebbs, M.C. «Piperaceae. ». Kubitzki, K., Rohwer, J.G. & Bittrich, V. (Editors). The Families and Genera of Vascular Plants. II. Flowering Plants Dicotyledons. Springer-Verlag: Berlín. ISBN 3-540-55509-9. 1993
108. Tennyson, S., Ravindran, K.J. and Arivoli, S. Screening of twenty five plant extracts for larvicidal activity against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.* 2: 11301134. 2012
109. Vázquez L. y Fernández, E. Bases para el manejo Agroecológico de Plagas en Sistemas Agrarios Urbanos. INISAV – ACTAF. 120p. 2007
110. Vázquez, L. L. Plagas de almacén en Cuba. Parte I- Coleoptera (Cleridae, Trogositidae, Dermestidae, Bostrichidae, Anobiidae, Nitidulidae, Cucujidae, Silvanidae, Mycetophagidae, Tenebrionidae). *Rev. Centro Agrícola* 13 (2): 44-48. 1986

## **Ataque de coleópteros en granos almacenados: extractos botánicos para el manejo ecológico de plagas.**

---

111. Vázquez, L. L. 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. Ciudad de La Habana. Cuba. p.18. 2006
112. Vázquez, L. L. Plagas de almacén en Cuba. Parte I- Coleoptera (Cleridae, Trogositidae, Dermestidae, Bostrichidae, Anobiidae, Nitidulidae, Cucujidae, Silvanidae, Mycetophagidae, Tenebrionidae). Rev. Centro Agrícola 13 (2): 44-48. 1996.
113. Vázquez, L. L. y Martín, J. Plagas de insectos en granos y otros productos vegetales almacenados. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Protección de Plantas 1 (2): 35-57. 1978
114. Vázquez, L. L.; Jacas, O.; Aparicio, S; Rodríguez, G. Trampas de atrayentes naturales. Método para la inspección entomológica de almacenes. Plagas. Ministerio de la Agricultura, Pesca y Alimentación, España. Boletín de Sanidad Vegetal, Vol.24: 507-510. 1998
115. Widsten, P., Cruz, C.D., Fletcher, G.C., Pajak, M.A. and Mc Ghie, T.K. Tannins and extracts of fruit byproducts: Antibacterial activity against food borne bacteria and antioxidant capacity. J. Agric. Food Chem. 62:11146- 11156.2014
116. Zhang, Y., Z. Ma, C. Hu, L. Wang, L. Li and S. Song. Cytotoxic triterpenesaponins from the leaves of *Aralia elate*. Fitoterapia, 83: 806-811.2012
117. Zhao, R.P., Lin, S.S., Yuan, S.T., Yu, B.Y., Bai, X.S., Sun, L. and Zhang, L.Y. DT-13, Asaponin of dwarf lily turf tuber, exhibits anti-cancer activity by down regulating C-C chemokine receptor type 5 and vascular endothelial growth factor in MDA-MB-435 cells. Chin. J. Natural Med. 12:24-29.2014