

**UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**



**TESIS DE DIPLOMA**

**ESPECIES DE LA FAMILIA Myrtaceae, ALTERNATIVA  
PARA EL CONTROL DE *Sitophilus oryzae* L.  
(Coleoptera: Curculionidae)**

**Sahily Lozada Reyes**

**Santa Clara**

**2015**



**UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**TESIS DE DIPLOMA**

**ESPECIES DE LA FAMILIA *Myrtaceae*, ALTERNATIVA  
PARA EL CONTROL DE *Sitophilus oryzae* L.  
(Coleoptera: Curculionidae)**

**Autor: Sahily Lozada Reyes**

**Tutor: Dr.C. Roberto Valdés Herrera**

**Centro de Investigaciones Agropecuarias, Carretera a Camajuaní km 5 ½,  
Santa Clara, Villa Clara, Cuba. C.P. 54830  
[robertovh@uclv.edu.cu](mailto:robertovh@uclv.edu.cu)**

**Santa Clara, 2015  
Año 57 de la Revolución**

*Debemos usar el tiempo sabiamente y darnos  
cuenta de que siempre es el momento oportuno  
para hacer las cosas bien. "*

*Nelson Mandela*

*“Dedico la culminación de mi más añorado sueño  
a dos personas maravillosas que son responsables de  
mi existencia a mis padres queridos aunque les  
dedicaría mi vida entera.”*

# Agradecimientos

*La vida es una eterna elección. Nunca es fácil elegir decisiones adecuadas. Es por eso que quiero agradecer a cada persona que ha estado a mi lado de alguna forma ayudándome a escoger el camino a seguir. Espero lleguen mediante estas humildes palabras a sus corazones todo el cariño que siento por ellos y mi eterna gratitud.*

*Primeramente agradesco a Dios por ser mi más fiel confidente en los momentos de desaliento y darme las herramientas necesarias para seguir construyendo mi futuro.*

*A mi chocolatecito amado por haberme entregado todo su amor y dedicarme lo mejor de ella aun cuando la vida le ha puesto dificultades. Por darme la oportunidad de existir.*

*A mi padre por haberme enseñado que la vida es un camino de sentido único, en el que perder o ganar depende de nuestros intereses. A él debo mi triunfo pues sin su ayuda no hubiera llegado tan lejos.*

*A mi hermanita hermosa por robarme el corazón desde su primer momento de vida. Por ser mi inspiración y mi tesoro más cuidado.*

*A mi esposo amado por darme su amor en todo momento y entregarme delicadamente su tiempo. Gracias por ser parte de mi vida. Gracias por existir.*

*Agradesco con especial amor a dos personas maravillosas que considero mis segundos padres:*

*Mercy y Pedro por haberme acogido en el regazo de su hogar como una hija y darme su confianza incondicional. Gracias por sus consejos y dedicación. Así como a Carola Penier, Yohanny Cary y Lindalba.*

*A mi inseparable hermana lisy con la cual he compartido cinco años de mi vida llenos de alegrías y tristezas. Ha sabido darme su mano compañera cuando más he necesitado que me ayuden a levantar. Gracias por ser mi mejor amiga.*

*A mi amiga y consejera Mary, por apoyarme y guiarme en los momentos difíciles. Gracias por ser como mi abuelita protectora.*

*A mis compañeras de cuarto Jennifer y Mayara por compartir conmigo sus experiencias y dedicarme su tiempo y amistad. Se han ganado un lugarcito especial en mi corazón.*

*A los integrantes de mi grupo por acompañarme en cada jornada. Todos de una forma diferente llegaron a mí con su preparación y su cariño.*

*A mi tutor por ser mis ojos en esta tesis y subir conmigo uno a uno los peldaños de esta inmensa escalera. Gracias por ser mi guía.*

*A Marleni por caminar junto a mí cada paso en la confección de mi trabajo y apoyarme. Se ha ganado mi respeto y cariño sincero.*

*A Andy, Edilio y todos los trabajadores del C.I.A.P. por prestarme su ayuda cada vez que lo necesite sin mirar atrás.*

*A los profesores del departamento de la facultad porque han sido la base de mi formación profesional. A ellos mis agradecimientos sinceros pues muchos me han brindado su amistad.*

*Especialmente al profesor Manuel Rafael Diaz Castellano y su esposa.*

## RESUMEN

Los experimentos fueron realizados en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), ubicado en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, y la Facultad de Agronomía, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", entre los meses de enero de 2014 a marzo de 2015 para demostrar el efecto alelopático que ejercen los extractos de ocho especies pertenecientes a la familia Myrtaceae sobre *Sitophilus oryzae* L. Se colectaron y sometieron a un período de cuarentena, insectos en su estado adulto de *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera; Curculionidae). Se evaluó preferencia, atracción e incremento del insecto por los granos almacenados de arroz, sorgo, maíz, frijol y chícharo. Posteriormente, para determinar el efecto alelopático de ocho especies de la familia Myrtaceae sobre el comportamiento de *S. oryzae*, fue calculado el incremento de los mismos en las mezclas del grano con extractos de las especies botánicas. *S. oryzae* prefiere los granos de cereales para alimentarse y reproducirse. El grano de mayor preferencia es el arroz. El incremento de *S. oryzae* fue superior en el arroz con 320,5 insectos como promedio a los 105 días, aunque no existen diferencias respecto al sorgo y maíz. A los 105 días, el 100 % de las semillas de arroz y maíz fueron afectadas por *S. oryzae*. Las ocho especies de Myrtaceae ejercieron un efecto insectistático sobre el insecto. Los extractos de la especie botánica *P. racemosus* tuvo, además, efecto insecticida. En los tratamientos con extractos de *S. Malaccense*, *P. racemosa* y *P. auritum* el insecto no se multiplicó.

***Abstract:***

The experiments were conducted at the Center for Agricultural Research (CIAP), located at the Central University "Marta Abreu" of Las Villas, and the Faculty of Agriculture, University of Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", between the months of January 2014 March 2015 to demonstrate the allelopathic effect exerted by extracts of eight species belonging to the Myrtaceae family on *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera, Curculionidae) were collected and subjected to a quarantine period, when adult insects *S.oryzae*. Preference and increased insect attraction for stored grain rice, sorghum, maize, beans and peas were evaluated. Then to determine the allelopathic effect of eight species of the Myrtaceae family about the behavior of *S. oryzae* was calculated increasing them in grain mixtures with extracts of botanical species. *S. oryzae* prefer cereal grains to feed and reproduce. The most preferred grain is rice. The increase was higher in *S. oryzae* rice insect 320.5 average at 105 days, although there are no differences in sorghum and corn. After 105 days, 100% of rice and corn seeds were affected by *S. oryzae*. The eight species of Myrtaceae exercised insectistático effect on *S. oryzae*. The extracts of the plant species *P. racemosa* also had insecticidal effect. In treatments with extracts of *S. malaccense*, *P. auritum* and *P. racemosa* the insect did not multiply.

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN .....	1
<b>1. Revisión Bibliográfica .....</b>	<b>4</b>
1.1. PLAGAS DE GRANOS ALMACENADOS .....	4
1.1.2. GORGOJO DEL ARROZ ( <i>Sitophilus oryzae</i> L.). CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	4
1.2. MEDIOS DE CONTROL.....	6
1.2.1. Control químico .....	6
1.2.2. Control físico .....	7
1.3. PÉRDIDAS POST-COSECHA DEL CULTIVO PROVOCADAS POR PLAGAS INSECTILES .....	8
1.4. ALELOPATÍA .....	9
1.4.1. Modo de liberación de las sustancias alelopáticas .....	10
1.4.2. Mecanismos de acción de las sustancias alelopáticas. ....	10
1.4.3. Factores que influyen en el fenómeno alelopático .....	10
1.4.4. Principales aplicaciones de la alelopatía en la agricultura .....	11
1.4.5. Polvos vegetales.....	11
1.4.6. Efecto insecticida .....	12
1.5. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE LAS PLANTAS OBJETO DE ESTUDIO. ....	13
1.5.1. Género <i>Eugenia</i> . ....	13
1.5.2. <i>Melaleuca quinquenervia</i> (Cav) S.T. Blake.....	14
1.5.3. <i>Pimienta racemosa</i> Mill.....	14
1.5.4. Género <i>Syzygium</i> .....	15
1.5.5. <i>Psidium cattleianum</i> Sabine.....	15
<b>2. Materiales y Métodos .....</b>	<b>16</b>
2.1. PREFERENCIA Y ATRACCIÓN DE <i>S. ORYZAE</i> PARA LA OVOPOSICIÓN .....	17
2.2. INCREMENTO DE <i>S. oryzae</i> .....	18
2.3. EFECTO DE OCHO ESPECIES BOTÁNICAS DE LA FAMILIA Myrtaceae SOBRE <i>S. oryzae</i> .....	18
2.3.1. Comportamiento de <i>S. oryzae</i> en presencia de granos de arroz mezclado con polvos de especies botánicas .....	19
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
3.1 PREFERENCIA Y ATRACCIÓN DE <i>S. oryzae</i> PARA LA OVOPOSICIÓN .....	22
3.2. INCREMENTO DE <i>S. oryzae</i> .....	24
3.3. EFECTO DE OCHO ESPECIES BOTÁNICAS DE LA FAMILIA Myrtaceae SOBRE <i>S. oryzae</i> .....	28
3.3.1. Comportamiento de <i>S. oryzae</i> en presencia de granos de arroz mezclado con polvos de especies botánicas .....	28
<b>4. Discusión .....</b>	<b>37</b>
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>.....</b>

## Índice de Tablas

Tabla I. Granos utilizados en la investigación.....	17
Tabla II. Especies botánicas de la familia Myrtaceae utilizadas en los experimentos .....	19
Tabla III. Permanencia de hembras adultas sobre los diferentes granos almacenados .....	22
Tabla IV. Permanencia de machos adultos de <i>S. oryzae</i> sobre los diferentes granos .....	23
Tabla V. Incremento de <i>S. oryzae</i> a los 105 días en cereales almacenados .....	26
Tabla VI. Peso de las semillas 105 días después de montado el experimento .....	27
Tabla VII. Incremento de las hembras <i>S. oryzae</i> en granos mezclados con extractos de especies botánicas. ....	34
Tabla VIII. Incremento de <i>S. oryzae</i> en granos mezclados con extractos de especies botánicas al utilizar una pareja de insectos.....	35

## Índice de Figuras

Figura 1. Preferencia de <i>S. oryzae</i> en grupo por diferentes granos .....	24
Figura 2. Incremento de <i>S. oryzae</i> a los 30 y 60 días en granos almacenados .....	25
Figura 3. Porcentaje de semillas afectadas por <i>S. oryzae</i> .....	27
Figura 4. Efecto de los polvos de especies botánicas sobre <i>S. oryzae</i> . (A) <i>P. racemosa</i> ; (B) Control absoluto; (C) <i>P. cattleianum</i> .....	29
Figura 5. Dendrograma obtenido al agrupar los tratamientos utilizados en el control de <i>S. oryzae</i> según los efectos que ejercieron estos sobre el las parejas del insecto diana .....	31
Figura 6. Dendrograma obtenido al agrupar los tratamientos utilizados en el control de <i>S. oryzae</i> según los efectos que ejercieron estos sobre los machos del insecto.....	32
Figura 7. Dendrograma obtenido al agrupar los tratamientos utilizados en el control de <i>S. oryzae</i> según los efectos que ejercieron estos sobre las hembras del insecto.....	33
Figura 8. Efecto de los polvos de especies botánicas sobre el incremento de <i>S. oryzae</i> a los 105 días. (A) <i>S. jambos</i> ; (B) Control absoluto; (C) <i>P. auritum</i> ; (D) <i>P. racemosa</i> .....	36



# *Introducción*



## INTRODUCCIÓN

La alimentación es una necesidad de primer orden para los seres vivos. Los granos almacenados de productos como *Oriza sativa* L., *Pisumsativum* L., *Phaseolusvulgaris* L., *Zea mays* L. y *Sorghum bicolor* L., constituyen el peso fundamental en la nutrición de varios países (Padin *et al.*, 2002). A nivel mundial, las pérdidas en la etapa de postcosecha oscilan entre el 5 y el 30 % del peso total de los granos; y dentro de este, entre el 5 y el 10 % de estos daños son causados directamente por los insectos plagas (Casini y Santajuliana., 2014). Sin embargo, Maes (2005) refiere que estos valores pueden superar el 70 % en Centro América.

Según la FAO (2005) y Bayer (2014) los efectos principales del ataque de insectos a estos productos son la pérdida de peso del grano, la disminución del poder germinativo de la semilla y el aumento de la temperatura por la densidad de la población, además de ocasionar afectaciones en su valor nutritivo, sabor y olor. Estos daños varían negativamente la cantidad y calidad del producto durante su almacenamiento (Agüero, 2008, Valdés y Pozo, 2012). Uno de los problemas fundamentales de lograr una adecuada conservación es que las altas temperaturas, humedad de los granos y su agrupamiento, proporcionan las condiciones para el desarrollo de estas plagas. Los insectos pueden alcanzar poblaciones de gran cuantía. Se han encontrado en conductos de ventilación, equipos usados para mover el cereal almacenado o en granos descartados como basura (Reyes, 2006).

De los 32 órdenes de insectos, solamente tres, Coleoptera(gorgojos), Lepidoptera(mariposas y polillas) y Psocoptera(piojos de los libros), contienen especies que se encuentran reportadas como plagas de granos almacenados (Rees, 2004). No obstante, existen unas 1000 especies de insectos que infestan los productos en la etapa de postcosecha, dentro de las que se destacan por su importancia económica *Sitophilus granarius* L. y *Sitophilus oryzae* L.(Nerio *et al.*, 2009). Estas dos plagas se encuentran clasificadas como plagas primarias debido a su alta especialización en la perforación de la testa de la semilla (Stefanazzi, 2010)y son los más importantes en el ataque a cereales (Cosude, 2004, FAO, 2005, Franquet *et al.*, 2006, Argentina, 2008).

El gorgojo del arroz (*S. oryzae*) pertenece al orden Coleoptera, familia Curculionidae y es un artrópodo queha cobrado relevancia debido a su posibilidad de volar, lo que le permite mantener las fuentes de reinfestación en los lugares de almacenamiento; además de presentar

gran capacidad destructiva. Actualmente se considera como la principal plaga insectil de los cereales almacenados en países cálidos (OIRSA, 2005, Agüero, 2008) y según estudios realizados, se le atribuyen a nivel mundial cerca del 34 % de las pérdidas de los productos que infesta (Oerke, 2006).

*S. oryzae* es un insecto que se encuentra ampliamente distribuido en el mundo. Al desarrollarse las larvas y los adultos se alimentan del endospermo de las semillas y producen galerías por las cuales salen del grano, lo que dificulta el control de la plaga (Guerra, 2007). La medida de control más utilizada contra estos gorgojos es la aplicación de plaguicidas, principalmente los piretroides y organofosforados; que son muy eficaces bajo estas condiciones (Farrera, 2004, EUFIC, 2005, FAO, 2005). Este método de control generalmente elimina insectos adultos pero ha perdido eficacia debido a la insecto-resistencia y a los insuficientes estudios realizados sobre la plaga (Guerra, 2007).

En nuestro país la necesidad de reducir las pérdidas económicas ocasionadas por los insectos plagas durante la postcosecha, sin el uso del bromuro de metilo, condujo al desarrollo de un trabajo científico por parte de varias instituciones. En el mismo se abordaron un conjunto de acciones que han conducido a la reducción de las pérdidas por plagas en el período de almacenamiento (CNSV, 2008) pero no tuvieron en cuenta los extractos de especies botánicas, productos eficaces en el control de insectos. Estos insecticidas de origen vegetal en la actualidad han cobrado gran auge debido a que son apropiados para la aplicación a pequeña escala, con vista a la protección de granos y productos almacenados del ataque de insectos plaga. Además pueden llegar a ser menos tóxicos que los insecticidas químicos y son fácilmente biodegradables (Isman y Machial, 2006, Reyes, 2006).

Los extractos vegetales son principalmente de carácter preventivo, de bajo costo, seguros para los aplicadores, consumidores y el medio ambiente. Ellos se caracterizan por tener un efecto protector debido a la repelencia que generan al actuar como disuasivo de la ovoposición, alimentación o sustancia reguladora del crecimiento. Debido a su mecanismo de acción se han convertido en el punto de mira del mundo moderno al ser una herramienta útil para la lucha contra la contaminación en los sistemas ecológicos (Golob *et al.*, 1999, Rajendran y Sriranjini, 2008). Sin embargo no es abundante la información disponible sobre el modo de acción de los mismos (Kotyukovsky *et al.*, 2002, Isman y Machial, 2006).

En Cuba existe una gran diversidad florística perteneciente a las familias Piperaceae y Myrtaceae, con especies endémicas que poseen acción insecticida por lo que representan, en la búsqueda de nuevas alternativas para el control de plagas de almacén a través de extractos vegetales, una importante línea de investigación. Según Aguilera *et al.* (2004) la familia Myrtaceae cuenta con abundantes especies botánicas que permiten acometer estudios relacionados a la búsqueda de nuevas posibilidades para el control de *S. oryzae* basándose en el efecto alelopático que ejercen sus extractos vegetales sobre los insectos plagas (Lucas.E. y J., 2002, Valdés *et al.*, 2008, Zaghoul *et al.*, 2012).

Teniendo en cuenta esta consideración se trazó la siguiente hipótesis:

Los extractos de especies pertenecientes a la familia Myrtaceae ejercen un efecto alelopático sobre *Sitophilus oryzae* L. lo que puede ser utilizado en el control de este insecto.

Para dar cumplimiento a esta hipótesis nos trazamos los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Determinar el efecto alelopático que ejercen los extractos de ocho especies pertenecientes a la familia Myrtaceae sobre *Sitophilus oryzae* L. en granos almacenados.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar la preferencia de *Sitophilus oryzae* L. por *Oryza sativa* L., *Pisum sativum* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Zea mays* L. y *Sorghum bicolor* L.
2. Comparar el incremento de *S. oryzae* en las semillas de los granos por los cuales mostró preferencia.
3. Identificar de *Eugenia uniflora* L., *Eugenia asperifolia* O. Berg, *Melaleuca quinquenervia* (Cav) S.T. Blake, *Pimenta racemosa* Mill, *Syzygium jambos* L., *Syzygium malaccense* L., *Psidium cattleianum* Sabine, *Syzygium cumini* L., cuáles son las especies que ejercen un efecto alelopático sobre el comportamiento de *S. oryzae*.



# *Capítulo 1. Revisión Bibliográfica*

# 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1. Plagas de granos almacenados

Diversos estudios realizados en América Central muestran que el 70 % de los granos que se malogran en la etapa de almacenamiento se debe al ataque de cerca de 100 especies de insectos (Cuba, 2006, Heinrichs, 2007). A nivel mundial más de 250 especies de insectos están relacionadas con los granos almacenados y de estas unas 20 tienen importancia económica, encontrándose principalmente en los órdenes Coleoptera y Lepidoptera (Morales, 2011).

Los insectos que atacan los granos almacenados tienen características propias que les distinguen y diferencian de los que se encuentran afectando la mayor parte de los cultivos en el campo. Estos son pequeños, prefieren los sitios oscuros, 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. Por esta razón, una pequeña infestación inicial puede dañar dentro de pocos meses a una gran cantidad de granos almacenados (Pereira, 1993).

En los países latinoamericanos las plagas más importantes son el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), el gorgojo del arroz (*S. oryzae*) y la polilla de los cereales (*Sitotrogacereallega* Olivier) (Gerding, 2007).

### 1.1.2. Gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae* L.). Características generales

*S. oryzae* se encuentra dentro del grupo de plagas más importantes de los granos almacenados y es considerado la plaga más importante de los cereales en zonas tropicales húmedas (FAO, 2013). Este insecto pertenece al orden Coleoptera, familia Curculionidae (Nicaragua, 2008), se considera una plaga primaria pues el adulto es capaz de dañar granos sanos y las larvas se alimentan en su interior. Al emerger, el adulto deja típicos orificios en los granos (Agüero, 2008).

La familia Curculionidae reúne aproximadamente 40 000 especies de insectos y aproximadamente 30 especies de ella se han encontrado en granos y productos almacenados. Sus miembros pueden ser encontrados en diferentes hábitas, como barrenadores o minadores de plantas, tallos, raíces, semillas, granos que ya han sido cosechados, madera (Agüero, 2008). De ellos, *S. oryzae* ataca principalmente a los cereales (maíz, arroz, sorgo, trigo) aunque las larvas pueden desarrollarse en fideos, trigos, frijoles, piñones, castañas y semillas de algodón. El adulto puede alimentarse igualmente de harina, galletas, obleas, pan blanco, tabaco y semillas de cáñamo (Machado, 2014, R.Y., 2014).

### 1.1.2.1. Características morfológicas

Son insectos provistos de una trompa, en cuyo extremo se encuentran las partes bucales, con mandíbulas trituradoras. Los adultos, de color café rojizo, miden de 3 a 5 mm de longitud y poseen una capacidad de vuelo pequeña pero que constituye una característica que lo diferencia de *S. granarius*; los élitros poseen cuatro manchas amarillas. El protórax está densamente cubierto de depresiones circulares, ligeras y ovaladas. Suprincipal característica es que posee una cabeza prolongada que forma una trompa curvada, donde se insertan las piezas bucales. Las trompas de los machos son más cortas y ásperas que las de las hembras (Castillo, 2006, INTA., 2006).

### 1.1.2.2. Ciclo de vida

El ciclo de vida de *S. oryzae* es regulado principalmente por la humedad y la temperatura. La influencia de estos factores se evidencian especialmente durante el desarrollo embrionario y larval (Artigas, 1994). Las hembras horadan el grano y depositan en cada diminuta perforación un huevecillo que posteriormente recubre con una secreción, por lo que su presencia pasa inadvertida (Valdés, 2007). Los huevos son blancos, ovalados con el corion finamente estriado, de una longitud que oscila entre 0,5 y 0,8 mm de largo. Cada hembra deposita aproximadamente 400 huevos que tardan entre cuatro a seis semanas en transformarse en adultos (Romero, 2000, Casini y Santajuliana., 2014, México, 2014). La larva es blanca, carente de patas, se alimenta del grano, pasa por cuatro estadios antes de llegar a proninfadentro de la semilla y en su desenvolvimiento destruye totalmente el interior de la misma (PRODATAX, 2006).

La fecundidad de las hembras alcanza su máximo nivel a los 24°C, cuando el grano contiene un 14% de humedad y en estas condiciones, la máxima fecundidad en las hembras, se observa en el intervalo de edad comprendido entre una y cuatro semanas (Stadler, 1988). El adulto vive de cuatro a cinco meses, aunque Reyes (2006) refiere que puede llegar a vivir hasta los 8 meses si las temperaturas disminuyen. Este insecto puede volar y atacar los granos en el campo antes de cosecharlos o cuando éstos se encuentran almacenados (R.P., 2011). Sin embargo, algunos autores refieren que la hembra alcanza su máxima actividad de ovoposición después de la tercera semana de haber emergido (FAO, 1983).

La temperatura óptima para el desarrollo y reproducción de los insectos es de 26 a 30°C y la humedad relativa (HR) de 70% (Mejías, 2006). A pesar de esto, se desarrollan sin problemas entre 17 a 34°C y soportan HR de 45 a 100%. En temperaturas inferiores a los 17°C el desarrollo del insecto se interrumpe (Nicaragua, 2008).

### **1.1.2.3. Daño**

Este insecto no se considera una plaga de importancia económica en el campo porque su verdadera importancia se encuentra en los cereales y algunos granos almacenados (Reyes, 2006). El problema de la presencia de estos gorgojos, no sólo se basa en la cantidad de sustrato que consumen, sino en los daños que producen. Cada larva destruye, durante su desarrollo, entre el 50 y el 70% del endospermo de la semilla (Artigas, 1994). Al abrir el grano dejan el camino libre a bacterias, hongos y levaduras que se encuentran en el tracto digestivo y desechos fecales de estos artrópodos (Ritacco, 1988).

Los adultos pueden atacar las semillas antes de ser cosechadas, transportarse a los lugares destinados para el almacenamiento y posteriormente producir importantes daños en el producto (Mazzuferi *et al.*, 2000). Al ovopositaren las semillas almacenadas y desarrollarse las larvas dentro de éstas, merman su valor comercial por el mal olor y mal estado de la presentación del grano (Matamoros y Rugama, 2006).

## **1.2. Medios de control**

Diversas son las medidas utilizadas para el control de las plagas de los granos almacenados. Algunas de ellas son: la utilización de locales de almacenamiento adecuados, la limpieza periódica de los mismos, el almacenaje del producto de manera que facilite los muestreos, las inspecciones periódicas; y como medidas correctivas, el uso de insecticidas químicos, medida ampliamente utilizada en los silos y almacenes (Reyes, 2006).

Antes de realizar un control a los productos almacenados, se recomienda realizar un monitoreo constante para determinar el grado de infestación. Tradicionalmente el sistema de monitoreo utilizado consiste en la extracción periódica de muestras del producto para su posterior análisis por los especialistas de los laboratorios (CENIAP, 1988).

### **1.2.1. Control químico**

Durante las últimas décadas, las medidas de control sobre las plagas que atacan los granos almacenados están limitadas al empleo de productos químicos líquidos o gaseosos, que resultan nocivos para la salud de los organismos vivos y el ambiente (Isman y Machial, 2006). La aplicación de insecticidas incluye la utilización de compuestos químicos como los piretroides, los organofosforados y la fosfamina; los cuales son muy eficaces en varias condiciones (ATSDR, 2003). A pesar de esto, este control resulta

ineficiente debido a que el gas resultante de la fumigación se escapa en gran parte; dejando además, mal sabor en los granos (Nicaragua, 2008).

El uso indiscriminado de estas sustancias químicas ha propiciado el desarrollo de especies de insectos resistentes (Tyler *et al.*, 1983). Aunque según Silva *et al.* (2003) las desventajas que presenta el uso de insecticidas orgánicos sintéticos en el control de plagas es cada día más evidente, ya que algunos son carcinogénicos, teratogénicos, producen esterilidad, dañan el sistema nervioso y afectan la salud de quienes los aplican o consumen alimentos con sus residuos. Además, las aplicaciones de insecticidas para el control de *S. oryzae* han logrado la eficacia deseada dado que la larva se encuentra protegida en el interior del grano (Andrade, 2007).

### **1.2.2. Control físico**

Existen varias medidas físicas con el fin de disminuir, evitar o eliminar aquellos factores favorables para la reproducción y desarrollo de las plagas (Landaverde, 2003). Uno de los métodos físicos consiste en remover los granos al sol, lo que provoca la muerte de los insectos adultos a la vez que evita el desarrollo de hongos sobre las heces de estos insectos (Nicaragua, 2008). No obstante resulta muy trabajoso de realizar.

A nivel de almacenes comerciales o industriales mantener los granos con temperaturas inferiores a 10°C brinda un control eficaz de la plaga. También las condiciones de almacenamiento a bajas temperaturas reducen la reproducción de los insectos y las tasas de supervivencia. El control mediante radiaciones ha sido utilizado de maneras muy diversas con la finalidad de evitar o reducir las infestaciones de insectos plaga de los granos almacenados (Araya, 1993). El empleo de estas radiaciones resulta exitoso cuando los productos son estables, tienen baja humedad relativa y toleran las dosis de radiaciones requeridas para lograr el propósito determinado. En *S. oryzae* la aplicación de radiaciones ionizantes ha tenido como resultado el acortamiento del tiempo de vida y la incapacidad para reproducirse; a pesar de esto, los costos son elevados y varían según la dosis de aplicación, siendo bajos cuando el nivel de infestación es bajo (Ritacco, 1988).

### **1.2.3. Control biológico**

Según lo señalado por Garcia *et al.* (1988) el control biológico fue definido en 1987 por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, como el uso de organismos naturales o modificados, genes o productos biológicos que reducen el efecto de organismos indeseables (plagas) y favorece a organismos

útiles como cultivos, árboles, animales e insectos benéficos y microorganismos. En los últimos años se han comenzado a utilizar medios de control biológicos como la aplicación de *Beauveria bassiana* Vuill. y residuos de plantas que presentan olores fuertes y penetrantes, estos son producto de bajo costo sin residualidad tóxica sobre los granos (Rodríguez y López, 2001, CENTA, 2005).

Existen distintos organismos biológicos que pueden ser utilizados en control biológico de *S. oryzae*, algunos ejemplos de estos son:

**Parasitoides:** Uno de los enemigos naturales del gorgojo es una avispa perteneciente a la familia Pteromalidae, *Avisopteronalus* sp. Este himenóptero parasita a especies del género *Sitophilus* que comúnmente se encuentran en los granos almacenados. La hembra de la especie selecciona un grano que contenga una larva o pupa del gorgojo en su interior, inserta su ovopositor a través del grano y pica internamente la larva (Artigas, 1994). Cuando estas ovipositan en el huésped, eventualmente se desarrolla internamente una avispa adulta (García *et al.*, 2007). Reduce notablemente la capacidad de multiplicación y el daño que provoca *S. oryzae* (Casini y Santajuliana, 2005).

**Depredadores:** Entre los depredadores naturales se citan generalmente diez especies de microhimenópteros. Los más comúnmente encontrados en productos almacenados son los himenópteros de la familia Anthocoridae y específicamente *Xylocoris flavipes* Reuter. Tanto las ninfas como los adultos del insecto depredador se alimentan al succionar los jugos de los insectos. Por lo general atacan huevos de insectos y larvas. Se encuentran comúnmente en las instalaciones de almacenamiento de grano y su presencia suele indicar una infestación de plagas establecidas (Rodríguez y Arredondo, 2007).

**Polvos vegetales:** Los compuestos naturales, en general, tienen un efecto protector debido principalmente a la repelencia; además, afecta la alimentación, ovoposición y el crecimiento de los insectos. El uso más sencillo de estos compuestos en la protección de granos almacenados es mediante los polvos vegetales (Coats, 1994, Sampietro, 2003).

### **1.3. Pérdidas post-cosecha del cultivo provocadas por plagas insectiles**

La mayor parte del deterioro de los granos almacenados está dado por la acción de los insectos plagas. Las afectaciones consisten en: pérdida de peso, del valor comercial, reducción de los índices de germinación y aumento de la temperatura por la densidad de población (lo que produce humedad en el

grano y la infestación por hongos). Las pérdidas ocasionadas son alrededor de un 10% de la cosecha, llegando al 30% en áreas tropicales y subtropicales (AgrEvo, 2005, FAO, 2005).

Fuentes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura estiman que con las pérdidas globales de los granos durante el período post-cosecha se pueden alimentar más de 130 millones de personas (Cuba, 2006); por lo que la conservación y protección del producto constituye una necesidad social y económica (FAO, 2003).

Para los agricultores de subsistencia el problema del deterioro y las pérdidas de las cosechas tienen gran importancia porque su producción forma parte de los alimentos básicos que consumen. La parte no consumida la comercializan para adquirir otros productos que les son indispensables para su vida cotidiana (FAO, 2009, Machado, 2014).

#### **1.4. Alelopatía**

En la naturaleza, las plantas están expuestas a factores bióticos y abióticos con los cuales han co-evolucionado. La presión de selección ejercida por estos factores a lo largo del proceso evolutivo provocó el desarrollo de numerosas rutas de biosíntesis en los vegetales a través de las cuales sintetizan y acumulan en sus órganos una gran variedad de metabolitos secundarios. Estos compuestos juegan un importante rol en interacciones complejas que existen entre los organismos vivos. Entre ellos existen sustancias producidas por una planta que le proporcionan beneficios al provocar determinados efectos sobre otras plantas o animales. Estas sustancias se denominan aleloquímicos y el fenómeno en el cual están involucradas se designa con el nombre de aleloquimia, dentro de esta clasificación encontramos un tipo de interacción establecida entre individuos vegetales, la alelopatía. Valdés (2007) refiere que el estudio de las capacidades alelopáticas constituye una práctica común con sólidos fundamentos científicos debido al desarrollo que ha experimentado en los últimos tiempos.

Las investigaciones contemporáneas expresan dentro del contexto de alelopatía, las interacciones entre plantas y animales superiores. No obstante la alelopatía está vinculada con la comunicación química entre las plantas, y entre estas con otros organismos. Esta comunicación contribuye a la defensa de las plantas debido a que estos compuestos pueden tener efecto insecticida, herbicida, nematocida, fungicida, entre otros (Colombia, 2005).

### **1.4.1. Modo de liberación de las sustancias alelopáticas**

Los aleloquímicos sintetizados y almacenados en las células de las plantas son liberados al entorno como respuestas al estrés que se le imponga. La forma en que se libera un agente alelopático depende de su naturaleza química aunque existen cuatro formas fundamentales de liberación: volatilización, lixiviación, exudados radicales y la descomposición de los residuos vegetales (Valdés, 2007, Samprieto, 2015).

### **1.4.2. Mecanismos de acción de las sustancias alelopáticas**

Existen dos formas fundamentales de acción de los aleloquímicos sobre las plantas receptoras: directa e indirecta. El efecto que ejercen sobre el crecimiento y el metabolismo vegetal se considera el modo de acción directa por el cual los mismos pueden perjudicar o beneficiar a las plantas o microorganismos. En cambio las alteraciones de las propiedades del suelo y su efecto sobre la nutrición o la actividad de las poblaciones de plantas y microorganismos respectivamente, constituyen formas indirectas de actuar (Espinosa, 2012).

Entre los mecanismos de acción directa más estudiados se encuentran las alteraciones hormonales, el efecto sobre la actividad enzimática, la fotosíntesis, la respiración y el efecto sobre los procesos asociados a membranas (Hernández, 2004).

### **1.4.3. Factores que influyen en el fenómeno alelopático**

Para que se produzcan efectos alelopáticos, directa o indirectamente, es de gran importancia la concentración de las sustancias aleloquímicas pues las actividades biológicas de aleloquímicos constituyen una respuesta dependiente de la concentración (Puente, 1998). La respuesta es de estimulación o atracción, con bajas concentraciones de aleloquímicos, y de inhibición o rechazo al incrementarse las concentraciones (Valdés, 2007). Según Espinosa (2012) la ocurrencia de todo efecto alelopático de cualquier naturaleza, debe cumplir tres condiciones fundamentales:

1. Que exista suficiente cantidad del compuesto alelopático.
2. El aleloquímico debe estar en contacto directo e interactuar de alguna forma con una especie susceptible a este.

3. La sustancia activa debe permanecer en contacto con el microorganismo susceptible por el tiempo necesario para ejercer su acción.

Hernández (2004) señala tres factores fundamentales que influyen directamente en el fenómeno:

1. Sensibilidad de la especie.
2. Liberación de la toxina al medio.
3. Actividad e interacciones bióticas y abióticas que ocurren con la toxina (microorganismos, temperatura, etc.).

#### **1.4.4. Principales aplicaciones de la alelopatía en la agricultura**

La agricultura moderna utiliza extensivamente agroquímicos que tienen un fuerte impacto ambiental y en muchos casos constituyen un serio riesgo a la salud humana. Las investigaciones sobre la alelopatía en algunos casos han sido de gran importancia pues permiten plantear estrategias orientadas a una mayor sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola, con un menor consumo de insumos contaminantes. Las investigaciones han demostrado que las prácticas alelopáticas pueden ser la base de la sustentabilidad y sostenibilidad del sistema agrario. Este fenómeno abarca todas las ramas de la protección de plantas, pues los efectos alelopáticos tienen, de forma general, carácter plaguicida (Espinosa, 2012). Para lograr un mejor aprovechamiento de los agentes alelopáticos es necesario ampliar el conocimiento de los mismos en relación a la rotación de cultivos, manejo de residuos, prácticas de labranza y la implementación del control biológico de malezas.

#### **1.4.5. Polvos vegetales**

En los últimos años las potencialidades del reino vegetal se han explotado muy someramente como fuente de nuevos insecticidas, se someten a estudio algunos polvos de origen vegetal, que se pueden utilizar satisfactoriamente para el control de plagas durante el período de almacenamiento (Silva *et al.*, 2003). Sin embargo, existe un grupo numeroso de plantas que no han sido estudiadas aún con estos fines (González *et al.*, 2011).

El uso de polvos vegetales es una técnica recuperada de la agricultura de subsistencia (Lagunes y Rodríguez, 1989). Las plantas que tradicionalmente se han utilizado en graneros rústicos para evitar el daño del grano por insectos son: cebolla (*Allium cepa* L.), ajo (*Allium sativum* L.), neem (*Azadirachta indica* A.JUSS.), ají o chile (*Capsicum* spp. L.), cedro (*Cedrela* spp. P.BROWNE), colorín

(*Erythrina americana* MILL.), eucalipto (*Eucalyptus globulus* LABILL.), paraíso (*Melia azedarach* L.), menta (*Mentha spicata* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), hierba santa (*Piper auritum* KUNTH), homeoquelite (*Piper sanctum* (Miq.)), saúco (*Sambucus mexicana* L.), jaboncillo (*Sapindus* spp. L.) y ramatinaja (*Trichilia havanensis* JACQ.) (Rodríguez, 2000).

La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto insectistático más que insecticida (Silva, 2002). Sin embargo, no se puede olvidar que algunas sustancias vegetales si provocan un efecto insecticida como sucede con las piretrinas, la nicotina o la rotenona. Según Coats (1994), los compuestos naturales tienen efecto de repelencia, disuasivo de la alimentación u ovoposición y regulador de crecimiento. Además, presentan efecto confusor o disruptor. Por lo tanto, debemos considerar todos los compuestos que sabemos que su efecto es insectistático como preventivos más que como curativos (Rodríguez, 1993).

#### **1.4.6. Efecto insecticida**

Gracias a la necesidad de disponer de nuevos compuestos para el uso de insecticidas botánicos ha surgido una etapa de investigaciones dirigidas a resolver los problemas de contaminación ambiental, efectos perjudiciales sobre organismos benéficos y la aparición de insectos resistentes (Trinidad y Gaona, 2011).

Algunas especies botánicas, debido a su actividad orgánica, se han aprovechado para su aplicación como insecticidas botánicos (fitoinsecticidas) pues presentan metabolitos secundarios que pueden actuar como inhibidores de la alimentación de los insectos, de la síntesis de quitina; aunque también pueden afectar el crecimiento, desarrollo, reproducción y el comportamiento de estos organismos (Guisaza, 2001).

Según Valdés y Pozo (2012), uno de los extractos de plantas con efecto insecticida más importantes dentro de la gran diversidad de especies botánicas que presentan esta actividad, a lo largo del tiempo, ha sido el extracto de Piretro, obtenido de flores secas de margarita (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Benth. & Hook), cuyos componentes activos son piretrinas, cinerinas y jasmolinas.

##### **1.4.6.1. Efecto insecticida de la familia Myrtaceae para el control de *Sitophilus oryzae* L.**

La flora cubana aún no se ha estudiado totalmente como fuente de plaguicidas debido a su gran diversidad, sin embargo, hasta la fecha, son numerosas las plantas utilizadas por los campesinos cubanos de manera artesanal y se ha demostrado la efectividad en el control de plagas de más de 60

especies botánicas en condiciones de controladas, semicontroladas y de campo. Entre las familias botánicas involucradas más importantes se encuentran: Meliaceae, Asteraceae, Fabaceae, Solanaceae, Clusiaceae, Piperaceae, Lamiaceae, Apiaceae y Myrtaceae (Pino *et al.*, 2013). Esta última familia constituye una de las que presentan especial interés por su gran endemismo, elevado contenido de aceites esenciales y otros principios activos (Perez, 2014).

La familia Myrtaceae cuenta con 144 géneros y 5744 especies, se encuentra distribuida en regiones tropicales, subtropicales y zonas templadas de Australia. El género *Myrcia* DC., está constituido por 368 especies, de las cuales, 53 se reportan en Venezuela. La primera contribución al conocimiento de las Myrtaceae fue hecha por Linnaeus (1753), al describir las especies hasta el momento conocidas en los géneros *Eugenia*, *Psidium*, *Myrtus* y *Plinia*, tomando como rasgos diagnósticos el número de piezas del cáliz y la corola, número de lóculos del ovario y número de semillas del fruto (Perez, 2014).

El género *Eucalyptus* se ha utilizado para el tratamiento de enfermedades en humanos ya que es un poderoso antiséptico, la composición química del aceite esencial de *Eucalyptus citriodora* Hook, el citronelal (3,7-dimetil-6-octenal), el citronelal se emplea como materia prima destinada exclusivamente al uso industrial, como ingrediente para la fabricación de bases aromáticas, en perfumería, y como repelente de insectos (Castro y Bedoya, 2011). También se ha reportado por su acción insecticida y repelente (Millán, 2008).

Otros ejemplos son *Eugenia melanadenia* Krug & Urb, la cual es considerada como un potencial agente insecticida natural, ecosostenible y no tóxico; *Psidium rotundatum* Griseb con la presencia de 47 compuestos bactericidas de los que se identificaron 43 que representan más del 99,0 % del total del aceite y *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake (Myrtales: Myrtaceae), posee propiedades medicinales como antiséptico, expectorante (Leyva *et al.*, 2012). Sobre este aceite esencial, Pino O *et al.* (2011a) y Morales (2011) refieren que es altamente tóxico a los ácaros provocando el 100% de mortalidad a las hembras de *Tetranychus urticae* Koch, *Panonychus citri* McGregory y *Raoiella indica* Hirst.

## **1.5. Características botánicas de las plantas objeto de estudio**

### **1.5.1. Género *Eugenia* sp.**

El género *Eugenia* está representado por árboles o arbustos que crecen mayormente de América y Asia. Presentan inflorescencias a veces centripetas, sus flores están compuestas por cuatro pétalo generalmente, extendidos o libres, con estambres indefinidos, óvulos indefinidos en cada celda, unidos

a una placenta poco o no prominente sobre el tabique. El fruto es una baya comúnmente subdrupácea o pulposa; las semillas poseen el embrión grueso y carnoso, radícula corta, cotiledones gruesos, difíciles de distinguir uno de otro (Sauget y Liogier, 1953). Dentro de este género *E. uniflora*, conocida vulgarmente como Pitanga o Cereza de Cayena, es originaria de América subtropical y se utiliza en la medicina popular. Las hojas tienen una acción eupéptica y tonificadora general del sistema. Destacadas investigaciones se han realizado en el ámbito de la actividad diurética, antihipertensiva, antimicrobiana, antioxidante, antitumoral, y sobre el sistema digestivo. El aceite esencial de sus hojas contiene sesquiterpenos (principalmenteselina-1, 3, 7, 11-trien-8-ona y óxido- selina-1, 3, 7, 11-trien-8-ona), eugenol, cineol, derivados furadiénicos, ácidos fenólicos y esféroides. También posee flavonoides (quercitrina, quercetina, miricitrinaymirecetina), carotenos, y elagitaninos macrocíclicos (galocatequina, oenoteína B, eugeniflorinas DI y D2) (Lee *et al.*, 2001).

Otra especie del género es *E. asperifolia*, especie endémica de nuestro país poco estudiada por lo que existe poca información sobre sus características funcionales.

### **1.5.2. *Melaleuca quinquenervia* (Cav) S.T. Blake**

Árbol originario de Australia, conocido vulgarmente como Niaoulí. Esta especie se encuentra generalmente en bosques, arboledas o matorrales abiertos, a lo largo de arroyos y de los bordes de los pantanos; transforma el ecosistema al desplazar la vegetación típica de la zona y la fauna original. El aceite esencial extraído de esta planta tiene actividad antihelmíntica, antimicrobiana, antifúngica, antiviral y como repelente de insectos. En nuestro país, se comprobó la acción insecticida de este aceite al utilizarlo para controlar larvas de *Aedes aegypti* L. y como repelente de *Wasmannia auropunctata* Roger (Hymenoptera; Formicidae) (Pino O *et al.*, 2011b).

### **1.5.3. *Pimenta racemosa* Mill**

Árbol presente en el Norte de Suramérica, conocido comúnmente como Pimienta de tabasco o Malagueta en las Antillas y Cuba. Mide aproximadamente 10-15 metros de altura. Presenta hojas elípticas a elíptico-oblongas, de 6-14 cm, el ápice obtuso a submarginado, la base aguda; pétalos blancos ovario blanco-peloso. El fruto es una baya de 4-6 mm, con semillas picantes en su interior (Sauget y Liogier, 1953). La planta ha sido cultivada como planta medicinal y condimento, su madera es muy utilizada en la ebanistería y sus hojas destiladas producen un aceite esencial de olor a especias (Leyva *et al.*, 2007).

Los estudios realizados han permitido adoptar una dosis diagnóstica de 2 µg/insecto al 0,96 % del aceite esencial como patrón de referencia para la vigilancia de la susceptibilidad y el efecto sobre poblaciones de *Musca domestica* L. (Leyva, 2007).

#### **1.5.4. Género *Syzygium* sp.**

Las especies representante de este género pertenecen a los países del Viejo Mundo, son árboles o arbustos con hojas opuestas, lampiñas, pedúnculos axilares o terminales, mimosos o corimbosos. El tubo del cáliz es obovado, limbo sub-entero o algo lobulado; los pétalos están unidos en una capucha subredondeada, circuncísil, decidua, membranosa. Los estambres son libres. Presenta el estilo y el estigma sencillo; pocas semillas globosas de cotiledones grandes y carnosos (Sauget y Liogier, 1953).

Las especies *S. jambos*, *S. malaccense* y *S. cumini*, presentan gran variedad de compuestos y por medio de análisis fitoquímicos, se ha determinado que exhiben variabilidad en las diferentes estructuras de su anatomía. La literatura reporta sus acciones antivirales, anticancerígenas, antiinflamatorias, antibacterianas y antialérgicas, quizá debido a la presencia de taninos hidrolizables y flavonoides, como la miricetina y sus glucósidos (Voigt, 2013).

#### **1.5.5. *Psidium cattleianum* Sabine**

El género *Psidium* se caracteriza por ser árboles o arbustos con flores que tienen cimosas sobre pedúnculos axilares; lóbulos del cáliz ausentes o completamente unidos en el botón, abriéndose en valvas hasta el disco en la anthesis. Además, posee pétalos extendidos; numerosos estambres libres; ovario locular, estigma peltado o acabezuelado y óvulos indefinidos. La baya es coronada o no por el cáliz, con semillas algo arriñonadas que tienen testa ósea, embrión encorvado (en herradura o casi anular), radícula larga y cotiledones pequeños (Sauget y Liogier, 1953).



## *Capítulo 2. Materiales y Métodos*

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos fueron realizados en el laboratorio de Patología de insectos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", entre los meses de enero de 2014 a marzo de 2015.

Se tomaron 30 parejas de insectos adultos de *S. oryzae* provenientes de una cría sucesiva del laboratorio de Patología de Insectos en granos de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench). Los insectos fueron colocados dentro de dos frascos de cristal de 5 L de capacidad, provistos de una tela antiáfidos para facilitar la aireación de los mismo, siguiendo lo recomendado por Schoonhoven *et al.* (1988) y Valdés y Pozo (2012). Posteriormente se les suministraron semillas de maíz (*Zea mays* L.) con vistas a lograr la multiplicación de los mismos mediante la tecnología propuesta por Singh y Saini. (1979) para lo cual, las semillas adicionales fueron sometidas previamente a un período de aislamiento durante 30 días lo que evitó el uso de granos infestados por insectos u hongos.

Según lo referido por Rodríguez *et al.* (2000), cada tres meses se introdujeron 10 parejas de insectos adultos, procedentes de nuevas crías obtenidas en semillas infestadas por *S. oryzae*, con vista a conservar la heterocigosis. Para ello fueron colectados insectos adultos provenientes de granos almacenados dentro de los silos del MINCIN, municipio Camajuaní, Villa Clara; y por pequeños agricultores del municipio de Santa Clara.

Los insectos colectados fueron colocados por parejas, en tubos de ensayo con diez semillas de maíz, por un período de 20 días. Después de transcurrido ese lapso, las semillas se situaron en placas de Petri de 9 cm de diámetro. Al emerger los adultos de la nueva generación, estos fueron introducidos dentro de los frascos de cristal junto a los emergidos de las crías sucesivas en laboratorio.

Para el montaje de los experimentos se tomaron insectos adultos, de forma aleatoria, procedentes de una muestra de la población existente en el laboratorio. La cantidad de insectos a utilizar varió según las necesidades y requisitos de cada investigación. Los gorgojos utilizados eran de dos días de emergidos, según lo recomendado por (Barbosa *et al.*, 2000, Aparecida, 2001, Rodríguez y López, 2001), lo que garantizó que las hembras estuvieran

fecundadas. La identificación de hembras y machos se realizó mediante el dimorfismo sexual de la especie.

### **2.1. Preferencia y atracción de *S. oryzae* para la ovoposición**

La determinación de la preferencia y la atracción de los gorgojos hacia diferentes especies de granos almacenados se realizó mediante la metodología referida por Oriani *et al.* (1996);(Mazzonetto y JR., 1999, Mazzoneto y Vendramim, 2002, Valdés y Pozo, 2012), para ello se utilizaron placas de Petri de 17,5 cm de diámetro y 2,5 cm de altura, conteniendo en su interior recipientes de 2 cm de diámetro y 1 cm de altura, los que fueron colocados en su periferia, equidistantes unos de otros. Cada recipiente contuvo en su interior 1,5 g de semillas de una especie de grano (tabla I) (semillas de una especie por recipiente). Posteriormente se realizaron tres variantes, en la primera se colocaron diez parejas de insectos adultos; mientras que en la segunda variante fue liberado un insecto hembra y en la tercera, un macho por cada placa.

**Tabla I. Granos utilizados en la investigación**

<b>Nombre Vulgar</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>
Arroz	<i>Oryza sativa</i> L.	Poaceae
Chícharo	<i>Pisum sativum</i> L.	Fabaceae
Frijol negro	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fabaceae
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i> L.	Poaceae

Cada seis horas se determinó el porcentaje de insectos contabilizados sobre cada grano en la primera variante; mientras que fue anotado el grano sobre el cual se encontró el insecto a la hora de realizar las observaciones en la segunda y tercera variante, para determinar la atracción de los insectos. Los especímenes fueron mantenidos dentro de las placas por un período de cuatro días. Al finalizar este tiempo, los adultos sobrevivientes fueron retirados y las semillas colocadas de forma independiente en tubos de ensayos durante 35 días, al cabo de los cuales se cuantificaron los insectos adultos que emergieron de las mismas. El experimento contó de 20 réplicas por cada variante evaluada.

## **2.2. Incremento de *S. oryzae***

Para evaluar el incremento se utilizaron granos de arroz, maíz y sorgo. Dentro de placas de Petri de 9 cm de diámetro se colocaron 100 g de semillas enteras (seleccionadas previamente) de forma independiente (una especie de grano por placa), siguiendo la metodología referida por (Rodríguez y López, 2001, Moya, 2006, Valdés y Pozo, 2012). Posteriormente, después de colocar seis individuos (tres parejas de insectos), se observó el desarrollo de estos sobre los granos durante 105 días, a temperatura ambiente. El experimento contó de 10 réplicas.

A los 35, 70 y 105 días de montado el ensayo, se contaron el número de insectos presentes por cada placa y posteriormente la pérdida del peso en los granos (g) y el porcentaje de semillas afectadas mediante las observaciones directas, la selección y el pesaje del grano sano. El pesaje de las semillas se realizó con una balanza analítica marca “OverLabor” de procedencia alemana, con precisión de 0,1 mg.

## **2.3. Efecto de ocho especies botánicas de la familia Myrtaceae sobre *S. oryzae***

Para determinar el efecto que ejercen algunas especies botánicas de la familia Myrtaceae sobre *S. oryzae* se procedió primero a la obtención del material vegetal. Se evaluaron ocho especies botánicas (tabla II) colectadas según la metodología utilizada por Hernández (2004). Los órganos de las plantas fueron obtenidos en horas de la mañana e inmediatamente secado al sol por espacio de tres días. Antes de realizar el proceso de molinaje fueron colocadas todas las hojas de las plantas en una estufa Marca Memmert a 50 °C durante 2 h, según lo recomendado por Puente (2005). Cada especie botánica fue molida por separado en un molino C&N Junior. En este proceso se obtuvieron partículas menores de 1 mm, siguiendo lo recomendado por Ramírez (2005).

Los polvos obtenidos en el proceso fueron almacenados en frascos de cristal de 250 mL de capacidad, un frasco por cada especie botánica. Los frascos se etiquetaron, enumeraron, sellaron y colocaron en un lugar fresco y seco hasta el momento de ser utilizados.

**Tabla II. Especies botánicas de la familia Myrtaceae utilizadas en los experimentos**

<b>Nombre Vulgar</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>
Guayraje	<i>Eugenia asperifolia</i> O.Berg <i>Eugenia microphylla</i> A.Rich	Myrtaceae
Capulí, pitanga, grosella, cereza de Cayena	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae
Niaoulí	<i>Melaleuca quinquenervia</i> (Cav) S.T. Blake	Myrtaceae
Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i> L.	Myrtaceae
Pomarrosa de Málaga, Albarocoque, pera	<i>Syzygium malaccense</i> L. <i>Eugenia malaccense</i> L.	Myrtaceae
Jambolán	<i>Syzygium cumini</i> L.	Myrtaceae
Guayaba Fresa	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae
Pimienta de tabasco Malagueta	<i>Pimienta racemosa</i> Mill.	Myrtaceae
Caisimón de anís	<i>Piper auritum</i> Kunth	Piperaceae

### 2.3.1. Comportamiento de *S. oryzae* en presencia de granos de arroz mezclado con polvos de especies botánicas

En el experimento se realizaron tres ensayos, para lo que se utilizó placas de Petri de 9 cm de diámetro por 1 cm de altura. Dentro de cada placa fue colocado 5 g de semillas sanas de arroz seleccionadas previamente, y se descartaron las que presentaron malformaciones o daños visibles provocados por insectos o ratas.

Sobre las semillas se adicionó 0,1 g del polvo vegetal, de forma independiente (una especie botánica por cada placa). Cada ensayo utilizado contó de 15 réplicas por polvo vegetal. En el

primer ensayo se colocó una pareja de insectos en el centro de las placas; el segundo consistió en ubicar una hembra mientras que el tercero, un insecto macho.

Cada ensayo contó con un tratamiento control absoluto (semillas de arroz sin mezclar con polvos de especies botánicas, productos químicos o biológicos) y un tratamiento con Caismón de anís (semillas de arroz mezcladas con polvo de *P. auritum*), planta seleccionada por los resultados obtenidos en el control de otros insectos plagas de los granos almacenados como *Zabrotessubfasciatus* (Boheman) (Valdés y Pozo, 2012).

A los dos días de montado el experimento se evaluaron la mortalidad de los insectos, el efecto insectistático, la localización de los especímenes dentro de las placas de Petri para cada ensayo y el porcentaje de afectación presente en las semillas. Las evaluaciones prosiguieron por un período de nueva días. El efecto insectistático fue evaluado al observar y comprobar la movilidad de los insectos, así como la presencia de estos sobre los granos.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de conglomerados (Clúster) para el cual se empleó la Distancia Euclidiana Cuadrada como medida de similitud. Los grupos se formaron según el procedimiento del Vecino más Cercano.

A los 40 días de montado los ensayos, se evaluó el número de insectos presentes, la presencia de larvas mediante observaciones directas y el peso de las semillas en los tratamientos.

### **2.3.2. Análisis estadísticos**

Todos los resultados fueron analizados y procesados por programas y *Software* estadísticos soportados sobre *Windows 8 Enterprise*. La tabulación de los datos fue realizada en *Microsoft Office EXCEL 2010*. El procesamiento estadístico de los datos se efectuó con el empleo del paquete de programas *STATGRAPHICSCenturion XV* ver. 15.2.14 para *Windows*, *Stadistix* ver. 9 y sus programas ANOVA. Se realizaron las pruebas de ANOVA y Kruskall Wallis para determinar las diferencias estadísticas; además fueron utilizadas las pruebas de Duncan, Z para Kruskall-Wallis con un nivel de confianza de un 95 %.

Para agrupar las especies de plantas según el efecto que ejercieron los polvos de las mismas sobre el comportamiento de los insectos en cada variante se tuvo en cuenta la mortalidad de los insectos, el efecto insectistático, el porcentaje de semillas dañadas, así como el período de tiempo que permanecieron los individuos sobre cada tratamiento. Con estos datos se realizaron

análisis de conglomerados (Clúster) empleando la Distancia Euclidiana Cuadrada como medida de similitud. Los grupos se formaron según el procedimiento del vecino más cercano.



## *Capítulo 3. Resultados*

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Preferencia y atracción de *S. oryzae* para la ovoposición

Al procesar los resultados obtenidos referentes a la evaluación del comportamiento individual de *S. oryzae* ante los diversos granos utilizados se aprecia que el adulto hembra mostró preferencias por el arroz seguido del maíz y el sorgo, sobre los que estuvieron 9,1, 4,1 y 1,66 horas como tiempo promedio respectivamente. Los granos menos preferidos fueron el chícharo y el frijol negro, sobre los cuales estuvo menos de 1,5 h como promedio (tabla III).

**Tabla III. Permanencia de hembras adultas sobre los diferentes granos almacenados**

<b>Grano</b>	<b>Tiempo Promedio (h)</b>	<b>Máximo de horas sobre el grano</b>	<b>Mínimo de horas sobre el grano</b>	<b>Medias de Rangos</b>
Arroz	9,1	18	6	112,47 a
Chícharo	1,3	4	0	49,93 b
Frijol negro	1,15	3	0	48,07 b
Sorgo	1,66	3	1	43,36 b
Maíz	4,1	8	2	71,97 b
Valor critico de Comparación	-	-	-	39,68

\*Media de Rangos. Letras diferentes en la columna denotan diferencias significativas según la Prueba Z para Kruskal-Wallis, con un alfa de 0,05

El máximo de horas que permanece la hembra en el chícharo supera al del sorgo, cereal menos frecuentado por el insecto cuando existen otros como el arroz y el maíz. El insecto siempre mostró preferencia por los granos conocidos como cereales y no por los de legumbres, lo que se confirma al observar el mínimo de tiempo que permaneció sobre las semillas de las cinco especies evaluadas.

En la variante para conocer la permanencia del insecto macho sobre los granos se observa que los representantes de este sexo prefieren el arroz, resultado que coincide con la preferencia mostrada por las hembras pero a diferencia de estas, después muestra preferencias por el sorgo antes que el maíz (tabla IV) aunque no existen diferencias estadísticas entre estos granos. Las

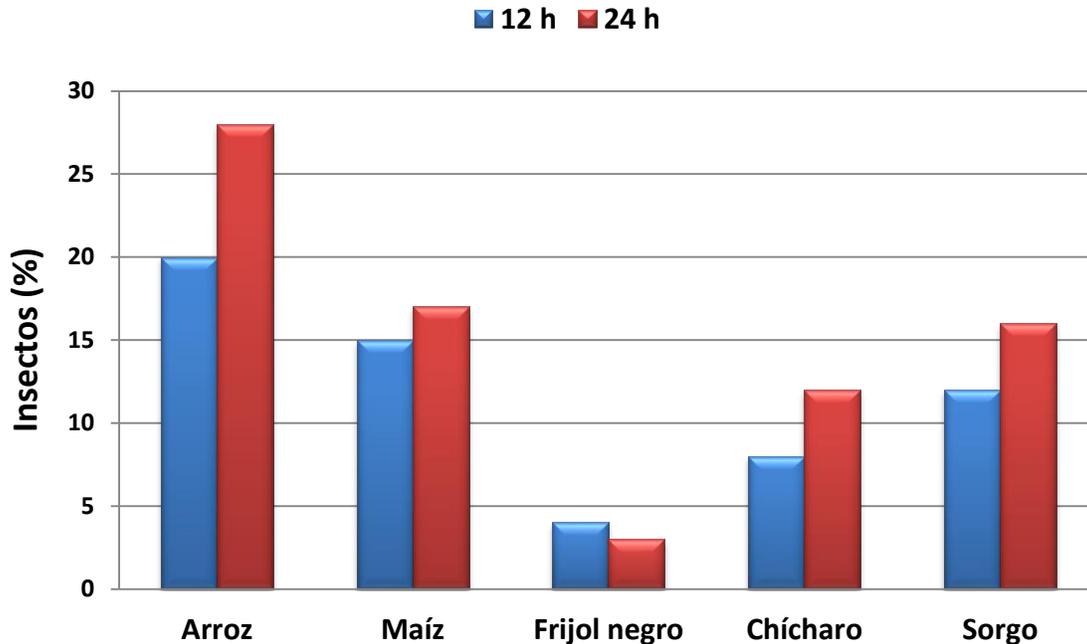
semillas menos preferidas son nuevamente las de frijol y chícharo, lo que demuestra que en presencia de diversos granos, este insecto prefiere los conocidos como cereales.

**Tabla IV. Permanencia de machos adultos de *S. oryzae* sobre los diferentes granos**

<b>Grano</b>	<b>Tiempo Promedio (h)</b>	<b>Máximo de permanencia (h)</b>	<b>Mínimo de permanencia (h)</b>	<b>Medias de Rangos</b>
Arroz	10,9	23	2	105,10 a
Chícharo	1,0	4	0	52,33 b
Frijol negro	0,53	3	0	48,83 b
Sorgo	1,76	5	1	50,03 b
Maíz	1,73	8	1	56,56 b
Valor crítico de Comparación	-	-	-	39,68

\*Media de Rangos. Letras diferentes en la columna denotan diferencias significativas según la Prueba Z para Kruskal-Wallis, con un alfa de 0.05

Cuando es evaluada la variante donde se colocaron representantes de ambos sexos para observar el comportamiento de los individuos se distingue que, tanto en el primer período evaluado (12 h) como en el segundo (24 h), los insectos mostraron preferencia por el arroz, lo que demuestra que constituye un alimento de gran importancia para este ya que siempre se encontraron individuos dentro de las semillas del grano, por mayor periodo de tiempo respecto a las demás especies evaluadas (figura 1).



**Figura 1. Preferencia de *S. oryzae* en grupo por diferentes granos**

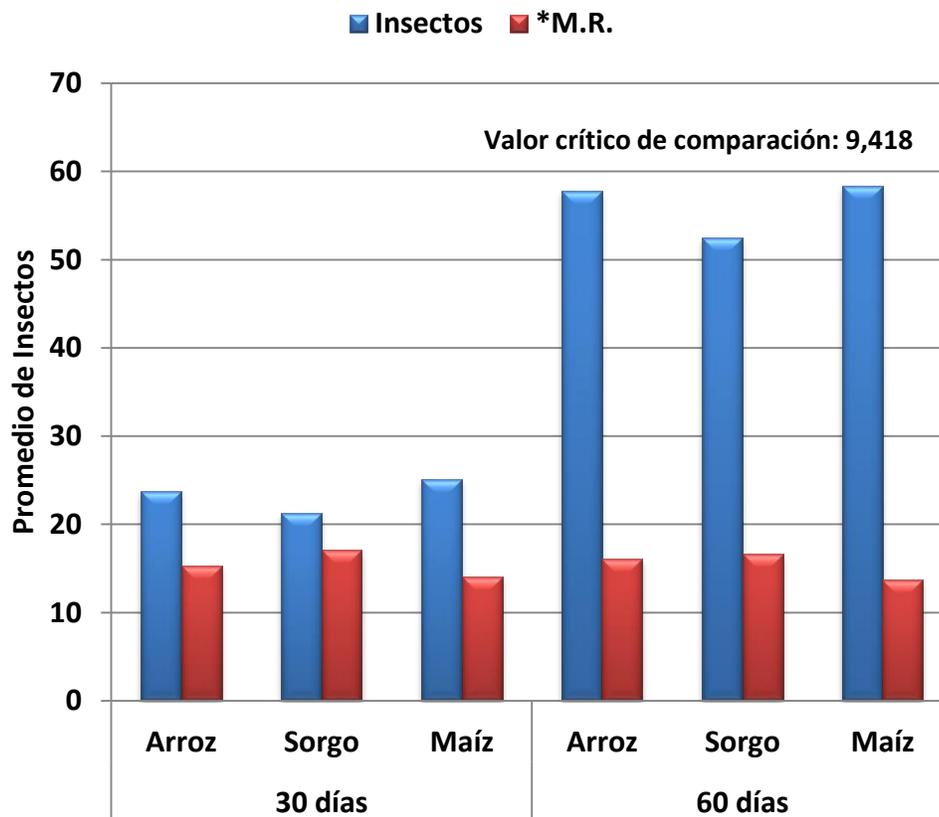
Sobre las semillas de arroz siempre se encontraron más del 15 % de los insectos. Las principales diferencias radican en su segunda opción preferencial debido a que el insecto hembra prefiere al maíz mientras que el macho tiene inclinación por el sorgo. El grano menos predilecto es el frijol en el cual se observa el 4 % de los insectos en las primeras 12 h y la presencia de los individuos disminuye al 3 % en el segundo período evaluado. Respecto al chícharo, siempre se cuantificaron más del 5 % en todas las repeticiones. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las semillas de cereales y del chícharo fueron más visitadas durante el segundo período de tiempo.

La preferencia observada con las parejas de insectos no contradice los resultados obtenidos referentes a la preferencia individual ya que son muy similares. Los granos de mayor predilección alimentaria son el arroz, el maíz y el sorgo por lo que fueron seleccionados para continuar las investigaciones donde se calculó el incremento de la plaga cuando afecta a los mismos.

### **3.2. Incremento de *S. oryzae***

En los tres granos de cereales que fueron evaluados se aprecia el incremento de los insectos a los 35 días, aunque no existen diferencias significativas entre el número de insectos

cuantificados sobre las semillas de cada grano (figura 2). El grano con mayor cantidad de insectos es el maíz cuyo promedio supera los 25 individuos, seguido del arroz con aproximadamente 24. Sobre el sorgo solo se contaron 21 insectos como promedio.



**Figura 2. Incemento de *S. oryzae* los 30 y 60 días en granos almacenados**

\*Media de Rangos según Kruskal-Wallis. Letras diferentes denotan diferencias significativas según la Prueba de Comparación Múltiple Z de Kruskal-Wallis para un alfa de 0,05

A los 60 días, período de tiempo en el cual fue realizado el segundo conteo de insectos, no se apreció un aumento considerable del número de insectos debido a que el promedio de gorgojos para los tres granos oscila entre 50 y 60. Las semillas con menor cantidad de insectos siguen siendo las de sorgo con 52, aunque no existen diferencias significativas respecto a los individuos cuantificados sobre arroz y maíz. No obstante, se destaca gran cantidad de larvas dentro de los granos evaluados, las que no fueron cuantificadas por hacer muy engorroso el trabajo.

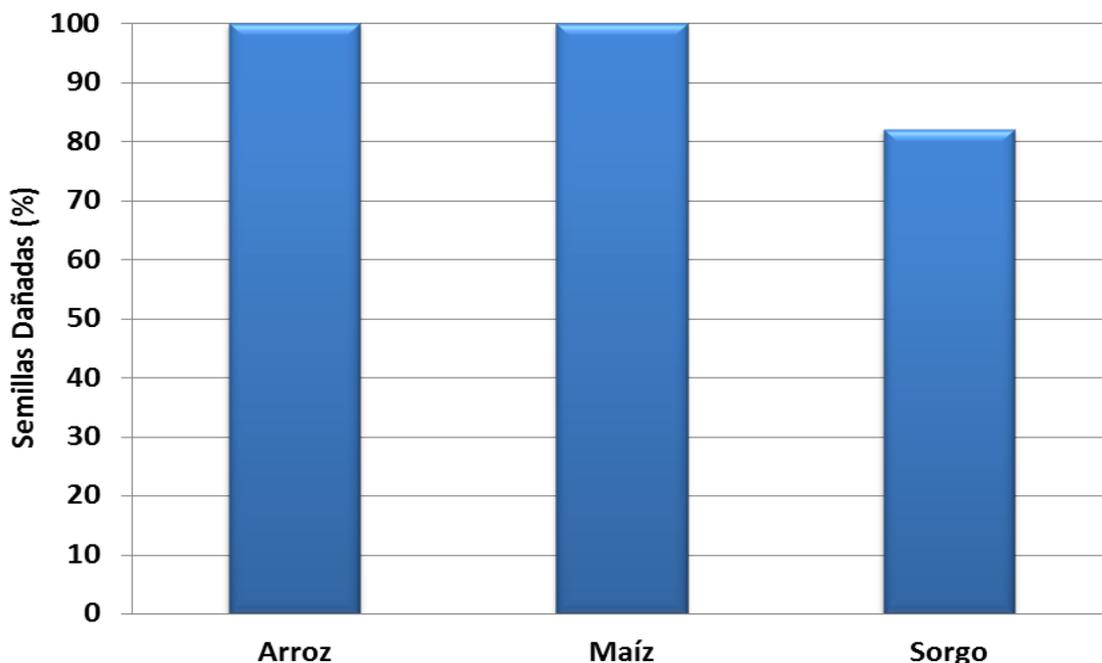
Al evaluar el incremento de *S. oryzae* a los 105 días se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre las especies de granos. El incremento más elevado ocurre en el arroz (320,50) mientras que sobre el maíz es inferior la cantidad de insectos como promedio (tabla V).

**Tabla V. Incremento de *S. oryzae* los 105 días en cereales almacenados**

<b>Grano</b>	<b>Insectos iniciales</b>	<b>Promedio de insectos</b>	<b>Límites de confianza</b>
Arroz	6	320,50	291,24 – 349,76
Sorgo	6	267,71	238,46 – 296,97
Maíz	6	248,71	219,46 – 277,98
E.E. ( $\pm \bar{X}$ )		20,795	

\*Prueba de ANOVA

El sorgo presenta menor porcentaje de semillas dañadas debido a que solo posee afectadas el 82 % de las mismas, resultado que varía respecto a los otros dos granos que poseen el 100 % de las semillas dañadas (figura 3). Las semillas de maíz y arroz tienen orificios visibles causados por la actividad de los insectos cuando se alimentan, lo que correlaciona el porcentaje de semillas dañadas con el tamaño de los granos. Las semillas de mayor tamaño fueron afectadas con mayor rapidez que las pequeñas.



**Figura 3. Porcentaje de semillas afectadas por *S. oryzae***

Al comparar la pérdida de peso se obtuvo que no existieron diferencias significativas entre los tres granos de cereales evaluados; sin embargo, aunque el sorgo es el grano menos afectado en cuanto al porcentaje de semillas dañadas, las pérdidas que los gorgojos provocan en este supera a las del arroz y maíz (tabla VI).

**Tabla VI. Peso de las semillas 105 días después de montado el experimento**

Grano	Peso Inicial (g)	Peso promedio del grano (g)	Límites de confianza	Pérdidas (%)
Arroz	20,00	13,19	12,48 - 13,90	34,05
Sorgo	20,00	12,60	11,89 - 13,31	37,00
Maíz	20,00	13,20	12,50 - 13,91	34,00
E.E. ( $\pm \bar{X}$ )		0,5053		

\*Prueba de ANOVA

Estos resultados demuestran cómo se comportan y desarrollan los insectos sobre estos granos de cereales. Las mermas de las semillas producto del incremento de *S. oryzae*, son prácticamente inapreciables en las dos primeras evaluaciones, por lo que fueron desestimados

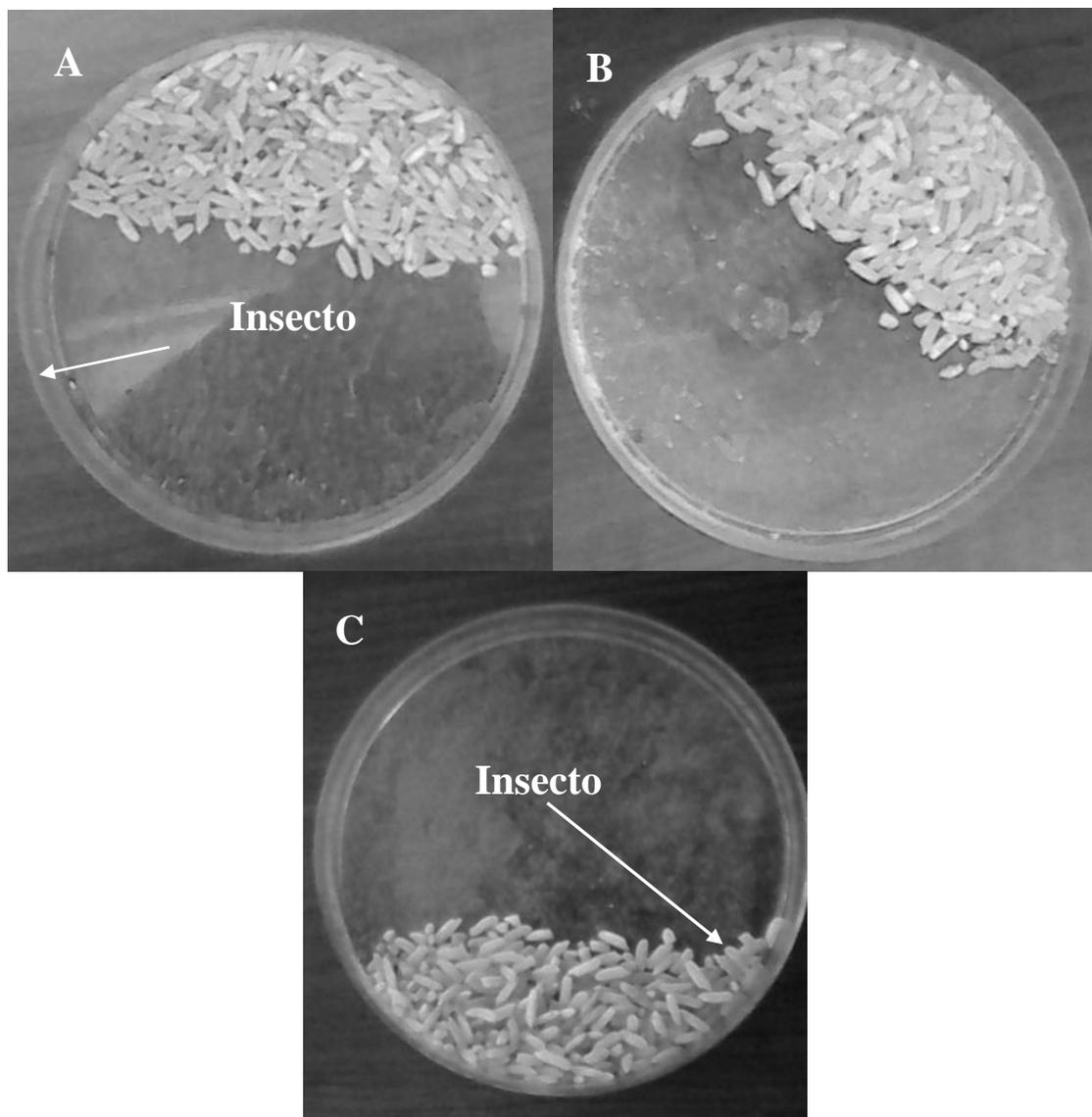
los valores. Esto pudo estar dado por la cantidad de insectos que perforaron y alimentaron durante los primeros 60 días de montado el experimento; lo que unido al enmascaramiento debido a las excretas de los insectos y al contenido de humedad de las semillas por lo que prácticamente no se aprecian estos valores.

Los ensayos realizados y el análisis de los resultados nos brindan una clara idea de las relaciones y preferencias de *S. oryzae* por las especies de granos que fueron utilizadas en el experimento; además, queda demostrado que los granos de cereales son más susceptibles a *S. oryzae* dentro de ellos, el sorgo es el más afectado aunque el arroz es sobre el cual se reproduce más este insecto.

### **3.3. Efecto de ocho especies botánicas de la familia Myrtaceae sobre *S. oryzae***

#### **3.3.1. Comportamiento de *S. oryzae* en presencia de granos de arroz mezclado con polvos de especies botánicas**

Los extractos obtenidos de *P. racemosa* ejercen un efecto alelopático de repelencia sobre *S. oryzae* (figura 4); sin embargo, este efecto no se aprecia en *P. cattleianum*, *E. uniflora* y *M. quinquenervia* debido a que se observaron hembras del insecto en el interior de los granos mezclados con los polvos (al evaluar algunas réplicas). Dentro de las placas del tratamiento control absoluto no fueron apreciados a simple vista los gorgojos pero al revisar detenidamente se localizaron los mismos en el interior de las semillas. Un efecto similar de repelencia al percibido en *P. racemosa* se observa con *S. malaccense*. En los demás tratamientos utilizados la repelencia solo ocurre durante los primeros días pero este efecto disminuye considerablemente con el tiempo, lo que puede ser confirmado al observar los insectos teniendo contacto directo sobre la superficie descubierta de los granos.

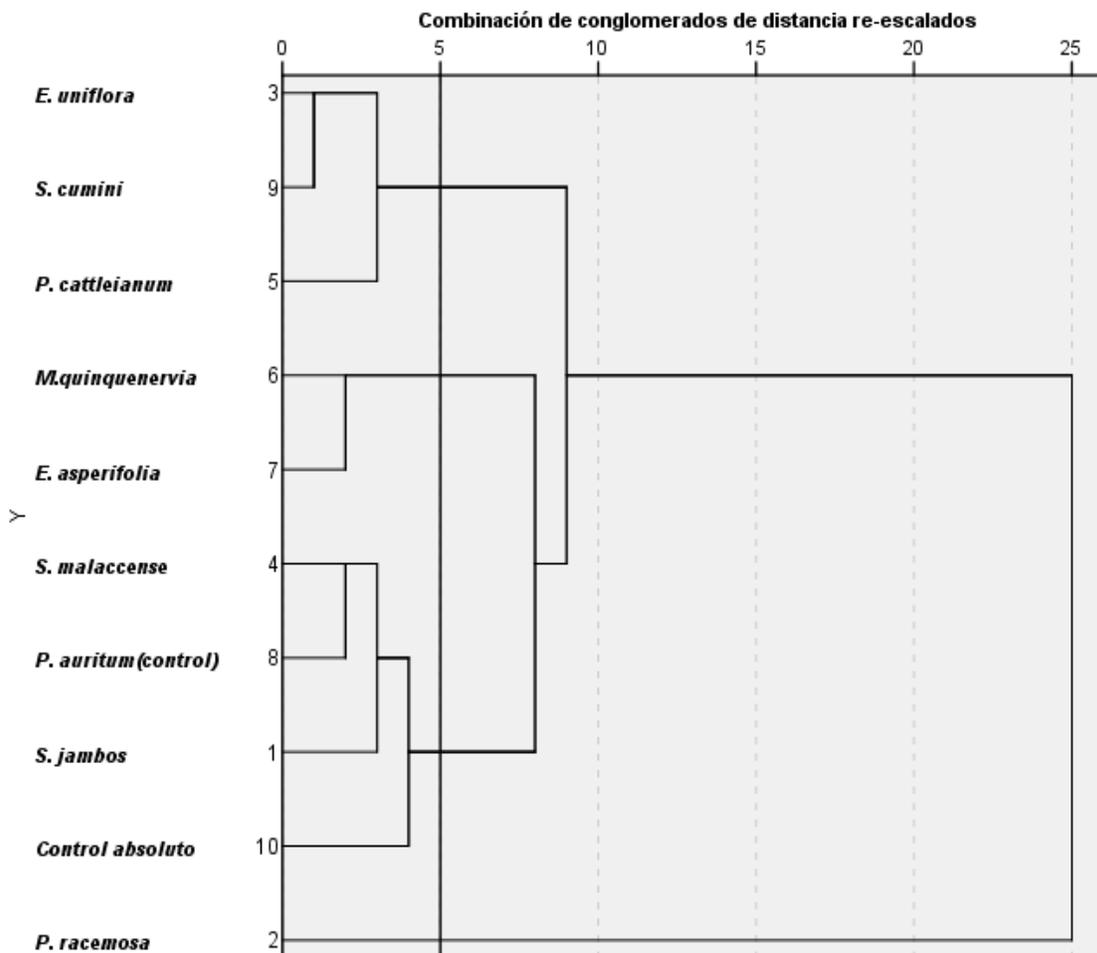


**Figura 4. Efecto de los polvos de especies botánicas sobre *S. oryzae*. (A) *P. racemosa*; (B) Control absoluto; (C) *P. cattleianum***

Al procesar los datos obtenidos según los efectos alelopáticos (insectistáticos cuando existe fluctuación en los insectos con inapetencia o incoordinación de movimientos o insecticidas cuando le provocan la muerte a los individuos) y el porcentaje de afectación presente en las semillas, se agruparon los tratamientos según las respuestas mostradas por la variante de las parejas de insectos y las de los especímenes de cada sexo.

En el dendrograma que se obtiene al agrupar las especies botánicas según los resultados del ensayo con las parejas de insectos, cuando se realizó un corte a la distancia de cinco, se obtuvieron cuatro grupos. Estos grupos comenzaron a ramificarse a distancias muy cercanas, lo que indica que los mismos son compactos y que la diversidad intragrupos es muy baja (figura 5).

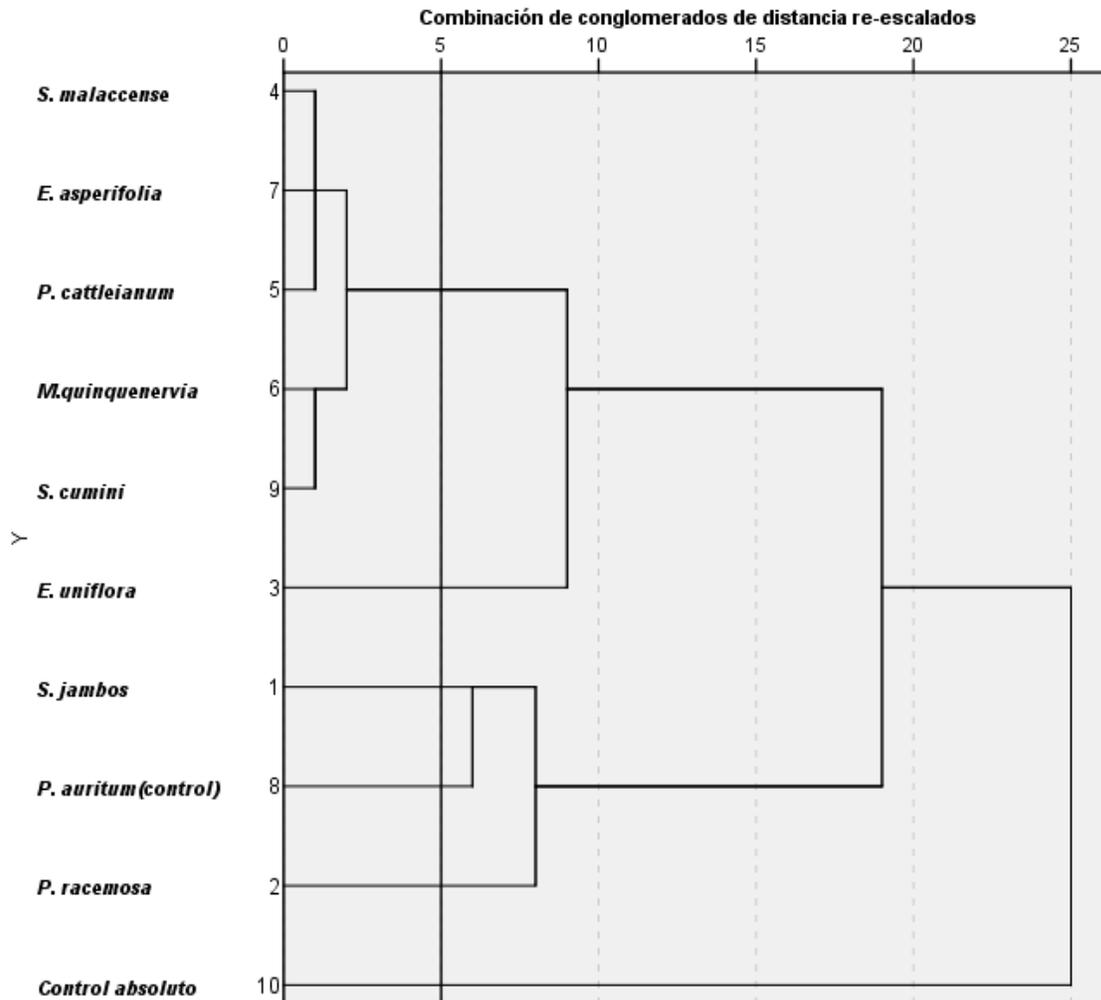
El primer grupo, formado por *E. uniflora*, *S. cumini* y *P. cattleianum*, representa el 30 % de los tratamientos y está compuesto por los extractos que presentan mayor cantidad de insectos con incoordinación de movimientos (efecto insectistático) aunque no le provocan la muerte a los mismos. El segundo grupo, conformado por *M. quinquenervia* y *E. asperifolia*, representa el 20 % de los tratamientos y sobre estos, los insectos dejaron de moverse después del tercer día pero los extractos no le provocaron la muerte a los insectos. Igualmente, el tercer grupo, representado por el 40 % de los tratamientos, agrupó a *S. malaccense*, *P. auritum* (extracto de planta utilizada como tratamiento control debido al efecto insecticida que ejerce en el control de gorgojos), *S. jambos* y el tratamiento control absoluto; en este grupo se ubicaron las plantas que no afectaron a la vista al insecto. A la vez, el cuarto tratamiento, integrado por una sola especie botánica, fue el que mayor efecto insecticida presentó al provocar incoordinación de movimientos durante las primeras 24 h de montado el experimento y la muerte al 70 % de los individuos al noveno día.



**Figura 5. Dendrograma obtenido al agrupar los tratamientos utilizados en el control de *S. oryzae* según los efectos que ejercieron estos sobre el las parejas del insecto diana**

Al analizar la acción de los tratamientos sobre los insectos machos se observa que los grupos formados comenzaron a ramificarse a distancias muy bajas, lo que indica que la diversidad intragrupos es muy baja (figura 6). El primer grupo formado al hacer un corte en cinco está compuesto por cinco extractos de especies botánicas, representa el 50 % de los tratamientos y son los que presentaron mayor cantidad de insectos con incoordinación de movimientos (efecto insectistático) aunque no le causaron la muerte a los mismos. Los otros grupos formados solo están compuestos por un tratamiento cada uno. Sin embargo, cuando realizamos el corte a una distancia de 10, se forman tres grupos. El primero se compone de *S. malaccense*,

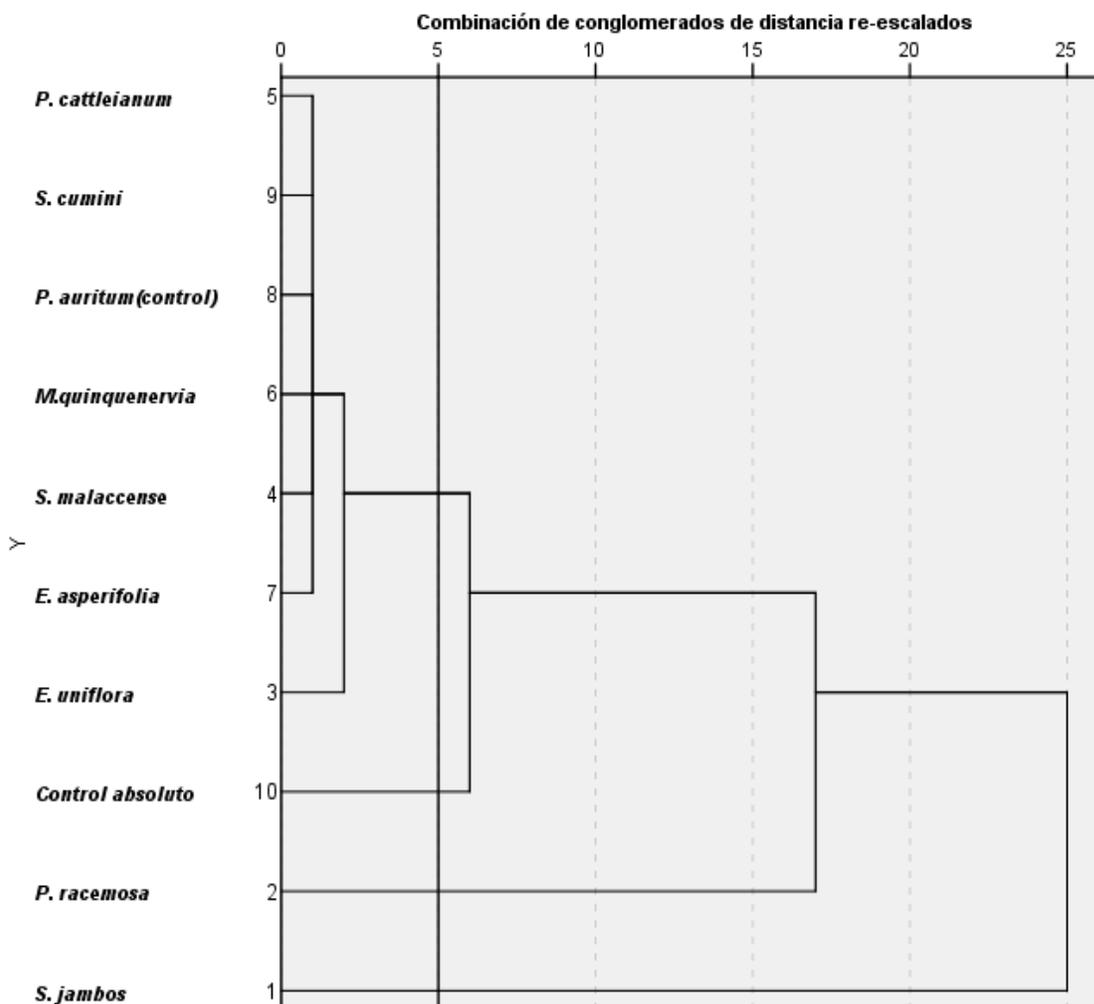
*E. asperifolia*, *P. cattleianum*, *M. quinquenervia*, *S. cumini* y *E. uniflora*, ubicándose en esté las plantas que tienen mayor efecto insectistático. En el segundo grupo, conformado por *S. jambos*, *P. auritum* y *P. racemosa*, se agruparon las especies botánicas con efecto insecticida; mientras que el tercer grupo, representado por el control absoluto, no afectó el desarrollo de los especímenes.



**Figura 6. Dendrograma obtenido al agrupar los tratamientos utilizados en el control de *S. oryzae* según los efectos que ejercieron estos sobre los machos del insecto**

El dendrograma obtenido con las hembras de la especie insectil nos arroja que, al hacer un corte en la distancia de cinco, se forman cuatro grupos (figura 7). El primer grupo, integrado

por el 70 % de los tratamientos, son extractos que no presentaron grandes efectos alelopáticos, disminuyendo este a partir del tercer día de evaluación. El segundo grupo contiene al tratamiento control absoluto mientras que el tercero y cuarto se forman con *P. racemosa* y *S. jambos* respectivamente. Con los extractos obtenidos de estas dos últimas especies mencionadas se obtiene un efecto insecticida aunque *P. racemosa* también presenta un efecto insectistático al provocar la incoordinación en los movimientos de los individuos.



**Figura 7. Dendrograma obtenido al agrupar los tratamientos utilizados en el control de *S. oryzae* según los efectos que ejercieron estos sobre las hembras del insecto**

Al analizar el incremento de *S. oryzae* en los tratamientos, para la variante de las hembras, se aprecia que no existen diferencias significativas entre *P. racemosa*, *S. malaccense* y *P. auritum*. Con excepción de *S. jambos*, todos los tratamientos influyen negativamente sobre el número insectos respecto al tratamiento control absoluto. Sin embargo, *S. jambos* estimula la

reproducción al ser superior el incremento obtenido respecto al control absoluto, lo que evidencia que esta planta no afectó en estas condiciones (tabla VII).

**Tabla VII. Incremento de las hembras *S. oryzae* en granos mezclados con extractos de especies botánicas.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio de insectos</b>	<b>Mínimo de insectos</b>	<b>Máximo de insectos</b>	<b>*Media de Rangos</b>
<i>S. jambos</i>	55,6	43	65	46,90 a
<i>P. racemosa</i>	0	0	0	9,0 b
<i>E. uniflora</i>	12,8	10	19	24,40 ab
<i>S. malaccense</i>	0	0	0	9,0 b
<i>P. cattleianum</i>	12,4	8	17	23,80 ab
<i>M. quinquenervia</i>	7,6	0	16	18,10 ab
<i>E. asperifolia</i>	35,8	26	45	38,10 ab
<i>P. auritum</i> (control)	0	0	0	9,0 b
<i>S. cumini</i>	28	17	48	34,90 ab
Control	42,8	35	50	41,80 a
Valor crítico de comparación	---	---	---	29,452

\*Media de Rangos según Kruskal-Wallis. Letras diferentes denotan diferencias significativas según la Prueba de Comparación Múltiple Z de Kruskal-Wallis para un alfa de 0,05

Los tratamientos con *M. quinquenervia*, *P. cattleianum* y *E. uniflora* alcanzaron buenos resultados debido a que el máximo número de insectos contabilizados no supera los 20, por lo que deberían tenerse en cuenta al evaluar las dosis letales ya que poseen sustancias capaces de evitar la reproducción normal del insecto.

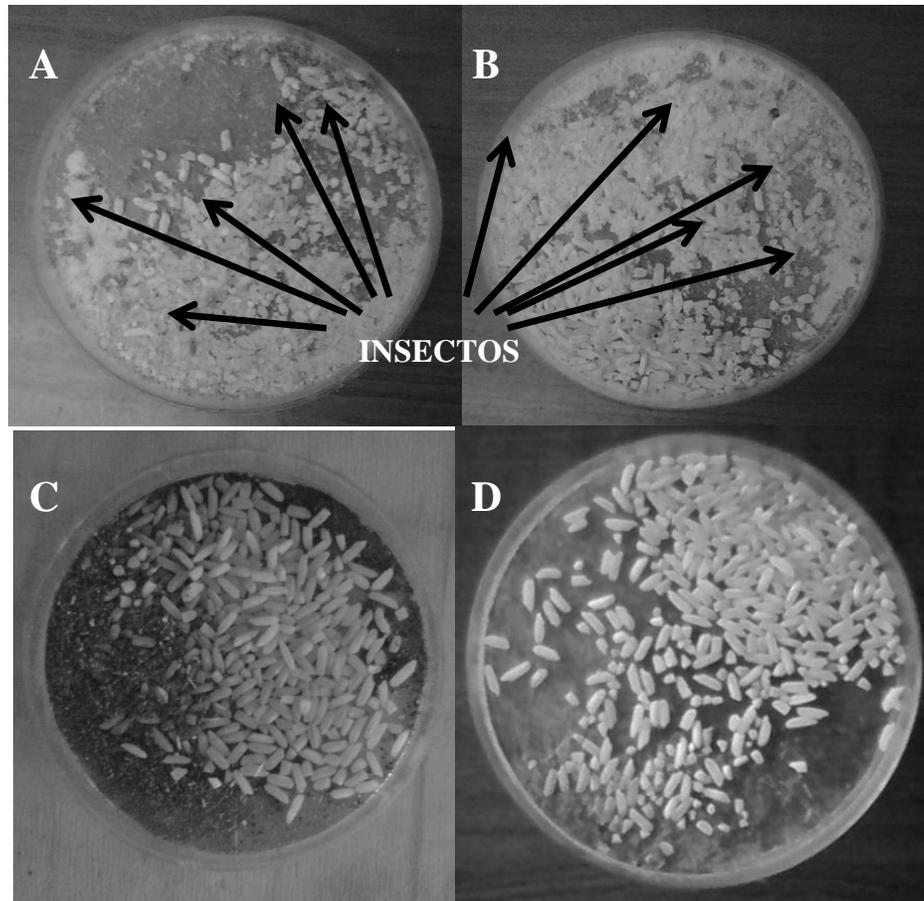
En la variante por parejas, al evaluar el efecto de los tratamientos *P. racemosa* y *S. malaccense* superaron y mostraron diferencias significativas respecto a *S. jambos*, *E. asperifolia* y *S. cumini* (tabla VIII). Los dos primeros tratamientos mencionados no tuvieron diferencias significativas respecto a *P. auritum*, planta utilizada en el control de estos insectos aunque la reproducción de los individuos fue inferior, lo que evidencia que estas dos especies

de Myrtaceas poseen sustancias capaces de controlar efectivamente la plaga en condiciones de almacenamiento (figura 8). *M. quinquenervia* y *E. uniflora* alcanzaron buenos resultados en el control del insecto debido a que el promedio de insectos fue inferior a 10.

**Tabla VIII. Incremento de *S. oryzae* en granos mezclados con extractos de especies botánicas al utilizar una pareja de insectos**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio de insectos</b>	<b>Mínimo de insectos</b>	<b>Máximo de insectos</b>	<b>*Media de Rangos</b>
<i>S. jambos</i>	51,8	30	68	42,40 a
<i>P. racemosa</i>	0	0	0	6,00 b
<i>E. uniflora</i>	8	5	12	20,90 ab
<i>S. malaccense</i>	0,2	0	1	7,30 b
<i>P. cattleianum</i>	18,4	15	21	28,90 ab
<i>M. quinquenervia</i>	7,8	0	22	17,30 ab
<i>E. asperifolia</i>	46	15	66	39,8 a
<i>P. auritum (control)</i>	2,2	1	3	14,90 ab
<i>S. cumini</i>	42,4	14	60	37,6 a
Control	48	40	60	39,90 a
Valor crítico de comparación	---	---	---	29,452

\*Media de Rangos según Kruskal-Wallis. Letras diferentes denotan diferencias significativas según la Prueba de Comparación Múltiple Z de Kruskal-Wallis para un alfa de 0,05



**Figura 8. Efecto de los polvos de especies botánicas sobre el incremento de *S. oryzae* a los 105 días. (A) *S. jambos*; (B) Control absoluto; (C) *P. auritum*; (D) *P. racemosa***

*S. oryzae* en presencia de *P. racemosa* y *S. malaccensa* no se multiplicó a pesar de tener condiciones óptimas para el desarrollo de esta especie. Este comportamiento demuestra que los extractos de estas especies botánicas pueden ser utilizados en la conservación de semillas destinadas a la siembra de las próximas campañas; aunque se necesita obtener los aceites esenciales para evaluar el efecto de estos sobre otros organismos.

## *Capitulo 4. Discusion*



#### 4. DISCUSIÓN

Al comparar los resultados obtenidos en la preferencia del insecto, tanto los de la variante por cada sexo como la de parejas, se pudo apreciar que los insectos prefieren al grano de arroz, resultado que coincide con los obtenidos por Guerra (2007), Nicaragua (2008) y Valdés *et al.* (2008) cuando refieren que este insecto prefiere, independientemente de los granos y productos que son almacenados, al arroz. No obstante, para la variante individual, como segunda opción la hembra prefirió al maíz y el macho al sorgo, resultados estos que no coinciden con los expuestos por Guerra (2007) debido a que esta autora refiere que los representantes de ambos sexos prefieren al maíz antes que al sorgo y da como tercera opción al garbanzo (*Cicer arietinum* L.), grano no evaluado en estos experimentos. Aunque Valdés *et al.* (2008) refieren que este insecto cuando se encuentra en parejas posee una preferencia marcada por el arroz seguido del maíz, lenteja y del chícharo, por lo que puede reproducirse y alimentarse en ellos sin que se afecte su ciclo biológico.

Dentro de los granos almacenados, el manejo de variedades es vital debido a que algunas variedades son más tolerantes a la infestación de *S. oryzae*, aspecto que no se tuvo en cuenta al realizar las investigaciones para conocer la preferencia pero que se deben considerar en investigaciones posteriores. Este insecto plaga prefiere los granos de arroz comerciales (Vélez-Azañero *et al.*, 2013) pero no muestra diferencias en la ovoposición y reproducción del mismo sobre alguna variedad en específico; aunque Arteaga *et al.* (2008) señalan que la variedad de arroz IACuba- 21 es menos resistente a este gorgojo y es muy consumida por los adultos de ellos.

No obstante a lo expuesto, entre los granos de cereales no existieron diferencias significativas, lo que coincide con FAO (2015) cuando refiere que el insecto ataca principalmente los cereales, tanto en el campo como en la bodega donde el adulto y las larvas se alimentan vorazmente de los granos como trigo, maíz, arroz, sorgo, cebada, avena, centeno. En países como Chile se le ha encontrado atacando otros productos obtenidos de los cereales, de consistencia dura (fideos y galletas), además de encontrarlos sobre productos molidos, pero difícilmente se multiplica cuando se encuentra en este medio.

Los granos menos preferidos fueron el frijol negro y el chícharo, resultado que coincide con los obtenidos por Maes (2005), Guerra (2007); Valdés *et al.* (2008) cuando refieren que este

insecto puede encontrarse sobre los frijoles pero no es un grano hospedero común de la especie. Según Quintero (2015) el grano de frijol posee elementos antinutricionales que pueden interferir en la preferencia de *S. oryzae*, lo que coincide a la vez con lo expuesto por Zamora (2005) cuando diserta que en general, los resultados que se obtienen cuando se alimenta a este gorgojo con harinas, indican que *S. oryzae* es susceptible a los factores antinutritivos tales como canavanina. Los insectos adultos de *S. oryzae* prefieren los cereales ante las legumbres probablemente porque sus necesidades alimenticias para garantizar su subsistencia tienen una inclinación hacia los carbohidratos más que a las proteínas, aunque debe tenerse en cuenta que el mismo se desarrolla muy bien sobre el chícharo (Guerra, 2007). La dieta de *S. oryzae* debe ser rica en carbohidratos, aspecto que reafirma la causa por la que el insecto mostró preferencias por los cereales. Estos resultados no concuerdan con los de Pérez *et al.* (2010) y Machado (2014) quienes refieren que el insecto si puede reproducirse sobre los granos de frijoles.

Referente al incremento, Johnson (1970) expresa que *S. oryzae* se reproduce sobre los tres granos de cereales que fueron seleccionados para el experimento. En los tres primeros períodos de tiempo evaluados existió un incremento de los insectos aunque no mostraron diferencias significativas entre ellos, lo que coincide a su vez con los planteamientos de la FAO (2015) cuando expresa que *S. oryzae*, al igual que *S. maydis* es capaz de aumentar sus poblaciones sobre los granos mencionados. Suárez *et al.* (2004) citado por Machado (2015) explican que el gorgojo del arroz se reproduce sobre los cereales pero los estudios realizados al respecto en los diferentes países para conocer el incremento de la plaga sobre las diversas variedades es insuficiente.

Según Valdés *et al.* (2008) el incremento de *S. oryzae* sobre el grano de arroz en 70 días es de 46 insectos, resultado este que no difiere grandemente de los obtenidos en este trabajo a los 60 días, aunque el incremento superó los 55 insectos. Contrariamente, Reyes (2006) refiere que el incremento es de 54 insectos a los 90 días, lo que no coincide con lo obtenido en este trabajo debido a que el número de individuos superó los 300 ejemplares. Esta diferencia puede estar dada debido a que las hembras tomadas en nuestros experimentos fueron de dos días de emergidas y cada hembra es capaz de ovopositar el 50 % de los huevos en el intervalo de edad comprendido entre la primera y la cuarta semana (Stadler, 1988). Sin embargo, este mismo

autor expresa que la fecundidad de las hembras alcanza su máximo nivel a los 24 °C, cuando el grano contiene un 14 % de humedad.

El incremento obtenido a los 105 días se corresponde con los expuestos por Romero (2000), Casini y Santajuliana. (2014) y México (2014) cuando expresan que cada hembra deposita aproximadamente 400 huevos que tardan entre cuatro a seis semanas en transformarse en adultos.

Al evaluar el porcentaje de afectación se apreció el 100 % de las semillas afectadas en el arroz y maíz, resultado que concuerda con Reyes (2006) y Guerra (2007) cuando refieren que en poco tiempo, la hembra del insecto y su descendencia son capaces de provocar grandes daños al grano al afectar el 100 % de las semillas. Según Artigas (1994), cada larva destruye, durante su desarrollo, entre el 50 y el 70 % del endospermo de la semilla y al abrir el grano dejan el camino libre a bacterias, hongos y levaduras que se encuentran en el tracto digestivo y desechos fecales de estos artrópodos lo que contribuye al deterioro del grano. Sin embargo, hay que tener en cuenta la cantidad de individuos presentes y el volumen del grano almacenado; aunque Cardoso (1994) citado por Valdés y Pozo (2012) refiere que estos valores son suficientes para no almacenar el grano sin protección por grandes periodos de tiempo. Lo que coincide con Pereira (1993) cuando expresa que una pequeña infestación inicial puede dañar dentro de pocos meses a una gran cantidad de granos almacenados.

Es necesario destacar que, según Matamoros y Rugama (2006), al ovopositar en las semillas almacenadas y desarrollarse las larvas dentro de éstas, la plaga merma el valor comercial del producto debido al mal olor y mal estado de la presentación del grano.

Al culminar el experimento se apreció que existieron mermas respecto al peso inicial en cada uno de los granos de cereales, observándose en las semillas los orificios típicos que dejan estos insectos al alimentarse y reproducirse como lo expresa Agüero (2008). Según FAO (2005) dentro de los principales daños que ocasiona esta especie insectil se encuentra la pérdida del peso de las semillas y del poder germinativo. Además, la ovoposición afecta negativamente al grano pues merma su valor comercial. Las pérdidas en las semillas de cereales fueron superiores al 25 %, lo que se corresponde con los valores expresados por Maes (2005), Cuba (2006) y Brasil (2005), este último mencionado por Valdés y Pozo (2012), lo que demostró que el insecto se desarrolló de manera exitosa.

Todos los resultados obtenidos en los ensayos nos brindaron una clara idea de las relaciones y preferencias de *S. oryzae* por las especies de granos evaluadas que fueron utilizadas en el experimento; quedando demostrado que *S. oryzae* ataca diversos granos almacenados pero principalmente los cereales, tanto en el campo como en los almacenes, siendo el arroz el de mejores condiciones para la reproducción de los insecto, lo que corrobora lo expuesto por Arias y Dello'rto (1983) citado por Valdés (2008).

Al evaluar los extractos de especies botánicas sobre *S. oryzae* se aprecia que el efecto ejercido sobre las hembras difiere del de los machos y del obtenido en la variante de las parejas. No obstante, *P. racemosa* fue una de las especies que afectó considerablemente al insecto al provocarle la muerte en todas las variantes. A pesar de esto, hay que tener en cuenta que Barbosa *et al.* (2005) señalan que las partículas menores de 1 mm afectan directamente el desarrollo de los gorgojos pero no definen el efecto que ejercen sobre los insectos los componentes volátiles que se liberan a medida que se descompone el residuo vegetal.

Investigaciones realizadas por Valdés (2007) arrojaron que los gorgojos son capaces de limpiar los granos cuando estos no están totalmente cubiertos por los extractos de las plantas y ovopositar en las semillas, de ahí la importancia de probar el tipo de acción que ejercen los compuestos vegetales. A su vez, Rodríguez y López (2001) exponen que se necesitan buscar alternativas viables para poder controlar insectos plagas de almacén, siendo una alternativa importante la utilización de residuos de plantas que desprendan olores fuertes, aunque se necesita buscar plantas cuyos residuos en pequeñas cantidades puedan ser altamente efectivas contra las plagas de almacén.

Al tener en cuenta el efecto alelopático ejercido por los tratamientos sobre el insecto, se puede apreciar que todas las especies botánicas utilizadas mostraron un efecto insectistático según la cantidad de insectos que presentaron inapetencia e incoordinación de movimientos, lo que indica que tal vez los elementos que actúan sobre los insectos son comunes en todas las especies botánicas utilizadas y que puede ser característico de la familia. Este efecto puede deberse a los compuestos químicos de las plantas y sus metabolitos secundarios (Samprieto, 2015). El tratamiento con *P. auritum* representó un tratamiento control debido al efecto que ejerce en el control de insectos plagas de los granos almacenados (Reyes, 2006, Valdés y Pozo, 2012), pero se puede apreciar que otros tratamientos tuvieron resultados muy similares,

por lo que pueden integrar el grupo de plantas que pueden ser utilizados en el control de este insecto.

Agüero (2008) expresa que *P. auritum* ejerce un efecto insectistático sobre el insecto y es muy efectivo en el control del mismo, resultado este que coincide con los obtenidos en los ensayos con las especies botánicas ya que al agrupar los tratamientos por sus efectos, los extractos de *P. auritum* demostraron ser insectistáticos y no causarle muerte a los insectos en los nueve días de muestreos. No obstante, *P. racemosa* y *S. malaccense* mostraron ser muy efectivas en el control ya que se destacaron al provocarle la muerte a un gran número de insectos, resultado que corrobora lo expuesto por Gomero (2002) cuando expresa que la utilización de algunas sustancias de diversas plantas causan mortalidad en las plagas de almacenes.

Investigaciones realizadas por Reyes (2006) demuestran que el caisimón de anís, el Neem y el paraíso son plantas que pueden ser utilizadas en el control del gorgojo del arroz pero posteriormente, este mismo autor refiere que de las tres especies botánicas, solo el caisimón de anís puede ser utilizado por ser muy efectivo en el control cuando es manejado en forma de polvo vegetal o hojas secas trituradas, al evitar la reproducción del insecto. Pese a lo expuesto, disponer de una sola especie botánica no es suficiente pues se debe investigar otras especies que contribuyan a controlar la plaga en condiciones de almacenamiento. Al tener en cuenta lo expresado, los resultados de este trabajo demuestran que otras alternativas muy eficaces son *P. racemosay S. malaccense* debido a que controlan el insecto en estas condiciones. Estas especies presentan un nivel superior respecto a las demás evaluadas en cuanto a su composición de metabolitos secundarios, los que pueden actuar como inhibidores de la alimentación de los insectos, de la síntesis de quitina, y afectar el crecimiento, desarrollo, reproducción y el comportamiento de estos organismos (Leyva *et al.*, 2007, Voigt, 2013).

Los olores de *P. racemosa* y *S. malaccense* son fuertes y duraderos en el ambiente, aspecto que debe tenerse en cuenta para el control de los insectos plagas de almacén (Valdés, 2007). El efecto insecticida de los extractos de estas dos plantas coincide con los resultados logrados por Rodríguez y López (2001), estos autores expresan que los experimentos realizados por ellos demostraron el efecto insectistático de algunas especies como el caisimón de anís, sobre los adultos hembras y las parejas del insecto al inhibir la reproducción de estos. El control absoluto no mostró en ninguna variante efecto alguno debido a que las semillas de arroz

habían sido previamente seleccionadas y estaban exentas de cualquier mezcla con polvos vegetales.

Cuando se determinó el incremento de los insectos sobre cada tratamiento se pudo comprobar que todas las especies botánicas no influyeron negativamente en la reproducción de la plaga, resultado que coincide con Reyes (2006) y Valdés y Pozo (2012). Según estos autores, existen especies botánicas que afectan el desarrollo y la reproducción de los gorgojos pero algunas poseen compuestos atrayentes que estimulan la reproducción. Estos planteamientos corroboran las deducciones obtenidas con *S. jambos*, especie botánica que no difirió del control absoluto cuando fueron contados los insectos.

El caisimón de anís es una planta muy eficaz en el control de *S. oryzae* (Reyes, 2006, Agüero, 2008), lo que se corresponde con los resultados obtenidos debido a que en el tratamiento con esta especie botánica se multiplicó poco el insecto cuando se encontraba la hembra con un macho pero la reproducción fue inhibida totalmente en la variante individual (variante con el insecto hembra). Los resultados obtenidos con los extractos de *P. racemosa* y *S. malaccense* son muy prometedores debido a que lograron inhibir la reproducción del insecto plaga. Estos son los primeros resultados que se obtienen de estas plantas como controles biológicos de *S. oryzae*.

Diversos autores refieren que la hierba buena, el apazote, la chilca, entre otras plantas, son efectivas para controlar los gorgojos (Valdés y Pozo, 2012), aunque Reyes (2006) y Agüero (2008) refieren que para el caso de *S. oryzae*, solamente se han obtenido buenos resultados *P. auritum*; por lo que *P. racemosa* y *S. malaccense* son dos alternativas que deben ser consideradas en el control de esta importante plaga primaria. Los extractos de estas dos plantas arrojaron resultados superiores a los que se obtuvieron con *P. auritum*.

Según Valdés y Pozo (2012), uno de los extractos de plantas con efecto insecticida más importantes dentro de la gran diversidad de especies botánicas que presentan esta actividad, a lo largo del tiempo, ha sido el extracto obtenido de flores secas de margarita (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Benth. & Hook), cuyos componentes activos son piretrinas, cinerinas y jasmolinas. No obstante, la flora cubana es muy rica y aun no se han investigado diversas plantas que presentan efectos alelopáticos sobre los insectos, las que pueden ser utilizadas en el control de los gorgojos.

Algunas especies botánicas se han aprovechado para su aplicación como insecticidas botánicos (fitoinsecticidas) porque presentan metabolitos secundarios que pueden afectar el crecimiento, desarrollo, reproducción y comportamiento de los insectos (Guisaza, 2001). La familia Myrtaceae cuenta con 5744 especies (Perez, 2014), y dentro de ellas, las especies del género *Eucalyptus* se han utilizado como repelentes de insectos insecticidas (Millán, 2008); mientras que otras son consideradas como un potencial agente insecticida natural, ecosostenible y no tóxico (Leyva *et al.*, 2012).

*P. racemosa* ha sido cultivada como planta medicinal, condimento y sus hojas destiladas producen un aceite esencial (Voigt, 2013), compuesto este que puede poseer los metabolitos secundarios que ejercen efecto sobre el insecto. Según Leyva (2007), esta sustancia ha permitido adoptar la dosis de 2 µg/insecto al 0,96 % del aceite esencial como patrón de referencia para la susceptibilidad de los insectos a este producto.

Es importante destacar también que *S. malaccense* presenta gran variedad de compuestos antivirales y antibacterianos (Voigt, 2013).

## *Capítulo 5. Conclusiones*



## 5. CONCLUSIONES

1. *Sitophilus oryzae* L. prefirió en ambos sexos los granos de cereales para alimentarse y reproducirse. El grano de mayor preferencia por el insecto fue el arroz (*O. sativa*) mientras que el menos afectado, el frijol negro (*P. vulgaris*).
2. El incremento de *S. oryzae* fue superior en el arroz con 320,5 insectos como promedio a los 105 días, aunque no existieron diferencias significativas respecto al sorgo y maíz.
3. A los 105 días, el 100 % de las semillas de arroz y maíz fueron afectadas por *S. oryzae*; no obstante, las pérdidas del grano solo superaron el 35 % en el sorgo durante el período evaluado.
4. Las ocho especies de Myrtaceae ejercieron un efecto insectistático sobre *S. oryzae*. Los extractos de la especie botánica *P. racemosa* tuvieron además efecto insecticida.
5. En los tratamientos con extractos de *S. Malaccense*, *P. racemosa* y *P. auritum* el insecto no se multiplicó.

## *Capítulo 6. Recomendaciones*



## 6. RECOMENDACIONES

1. Realizar monitoreos periódicos de *S. oryzae* en los almacenes que contengan granos almacenados.
2. Continuar la evaluación de los extractos de *S. Malaccensey P. racemosapara* el control de *S. oryzae*.
3. Identificar los metabolitos contenidos en los extractos de *S. Malaccensey P. racemosaque* ejercen acción insectistática.



## *Capítulo 7. Referencias Bibliográficas*

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AgrEvo (2005) *Principales problemas: Plagas de los granos almacenados: maíz, arroz, sorgo y trigo. Venezuela*. [En línea] Disponible desde: <http://www.resnet.net/agrevo/02a-cont.html>. [Consultado: 10 de febrero de 2015].
- Agüero, M. (2008) Determinación de la efectividad del caisimón de anís *Piper auritum* HBK en varias preparaciones contra *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera; Curculionidae). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara: Trabajo de Diploma, pp. 55.
- Aguilera, L. A., Navarro, J. E., Tacoronte, M., Leyva, M. y Marquetti, C. (2004) Efecto letal de Myrtaceas cubanas sobre *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Revista Cubana Med Trop.* 55.
- Andrade (2007) *Toxicidad de polvos de canelo (Drimys winteri J. R. et G. Forster) contra Sitophilus zeamais MOTSCHULSKY bajo condiciones de laboratorio* Universidad de Concepción, Chile, 30 pp.
- Aparecida, L. (2001) Alguns aspectos do comportamento de oviposição fêmeas selvagens de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera; Bruchidae) em condições de privação do hospedeiro. In: *Departamento de Biología*. Universidad de SÃO PAULO, Brasil, pp. 76.
- Araya, J. (1993) Evaluación de polvos minerales y vegetales contra plagas de maíz y frijol almacenado en los estados de Zacatecas y Guerrero Colegio de Postgraduados, México, pp. 95.
- Argentina (2008) *Algunas plagas de cereales*. [En línea] Disponible desde: <http://www.cfi-plagas.com.ar/agro.htm>. [Consultado: 10 de febrero de 2015].
- Arteaga, I., Rivero, L., Escobar, Y. y Rodríguez, S. (2008) Evaluación de la resistencia de cuatro variedades de arroz *Sitophilus oryzae* L. *Revista Cubana del arroz*. 10: 59-63.
- Artigas, J. (1994) Entomología Económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos. Chile. Universidad de Concepción: 245-255 pp.
- ATSDR (2003) *Piretrinas y Piretroides*. [En línea] Disponible desde: [http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts155.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts155.html). [Consultado: 13 de febrero de 2015].
- Barbosa, F., Yokoyama, M., Pereira, P. A. y Pfeilsticker, F. J. (2000) Estabilidade Da Resistência A *Zabrotes Subfasciatus* Conferida Pela Proteína Arcelina, Em Feijoeiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília35: 895-900 pp.
- Barbosa, F., Yokoyama, M., Pereira, P. y Pfeilsticker, F. (2005) Estabilidade Da Resistência A *Zabrotes Subfasciatus* Conferida Pela Proteína Arcelina, Em Feijoeiro. *Pesq. Agropec. Bras. Brasília*. 35: 895-900.
- Bayer (2014) *Plagas de productos almacenados*. [En línea] Disponible desde: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kv3ay-0fugwJ:http://www.oliverexterminatingpr.com/prod\\_almacenados.htm](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kv3ay-0fugwJ:http://www.oliverexterminatingpr.com/prod_almacenados.htm). [Consultado: 5 de marzo 2015].

- Brasil (2005) *Plantas medicinales antigua y nueva alternativa de salud. Anamú (Petiveria alliacea)*. [En línea] Disponible desde: <http://www.saludparati.com/anamu.htm>. [Consultado: 9 de abril de 2015].
- Casini, C. y Santajuliana, M. (2005) Control alternativo de Plagas en Granos. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos INTA.
- Casini, C. y Santajuliana., M. (2014) *Control de plagas en granos almacenados*. [En línea] Disponible desde: <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/postcosecha/ControlPlagasGranosAlmacenados.asp>. [Consultado: 11 de febrero 2015].
- Castillo, J. (2006) *¿Qué es un insecto?* [En línea] Disponible desde: <http://www.monografias.com/trabajos15/insecto/insecto.shtml>. [Consultado: 5 de marzo de 2015].
- Castro, B. J. y Bedoya, G. I. (2011) Aislamiento y epoxidación con dimetildioxirano de los constituyentes mayoritarios de los aceites esenciales de *Tagetes lucida*, *Cymbopogon citratus*, *Lippia alba* y *Eucalyptus citriodora* Universidad tecnológica de Pereira, pp. 68.
- CENIAP (1988) *Recomendaciones para la prevención y control de plagas en granos almacenados*. [En línea] Disponible desde: <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd27/texto/recomendaciones.htm>. [Consultado: 5 de marzo de 2015].
- CENTA (2005) *Control de gorgojos pintos (Acanthoscelides obtectus y Zabrotes subfaciatus) utilizando el hongo beauveria bassiana en fríjol almacenado*. [En línea] Disponible desde: <http://www.centa.gob.sv/html/ciencia/otrainformacion/agricola/controlgorgojospintos.html>. [Consultado: 11 de febrero del 2015].
- CNSV (2008) Almacenes, Silos y Transportación. *Boletín Proteccionista*. 8 4-6 pp.
- Coats, J. (1994) Risks from natural versus synthetic insecticides. *Annual Reviews Entomology* 39: 489-515 pp.
- Colombia (2005) *Plantas alelopáticas. Controles varios. Control con sustancias animales y minerales*. [En línea] Disponible desde: <http://www.webcolombia.com/alelopatia/Controles%20Varios.htm>. [Consultado: 11 de febrero del 2015].
- Cosude (2004) *Programa Regional de Transferencia de Tecnología Postcosecha*. [En línea] Disponible desde: <http://www.cosude.org.ni/Pages/PageAgriPostCo.htm>. [Consultado: 15 de abril del 2015].
- Cuba (2006) *Agricultura. Silos que cambian la vida*. [En línea] Disponible desde: [http://cubaalamano.net/sitio/muestra\\_especial.asp?](http://cubaalamano.net/sitio/muestra_especial.asp?) [Consultado: 15 de abril del 2015].
- Espinosa, R. R. (2012) Efecto alelopático de *Terminalia catappa* L. sobre los hongos fitopatógenos del suelo *Rhizoctonia solani* Kühn y *Sclerotium rolfsii* Sacc. Universidad Central "MARTA ABREU" de Las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía.
- EUFIC (2005) *Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación*. [En línea] Disponible desde: <http://www.eufic.org/sp/quickfacts/agricultura.htm>. [Consultado: 15 de abril del 2015].
- FAO (1983) *Estudio de evaluación de pérdidas de granos básicos post-cosecha. Documento de campo 1*. [En línea] Disponible desde:

- <http://www.fao.org/docrep/X5030S/x5030S01.htm>. [Consultado: 12 de mayo del 2015].
- FAO (2003) "Año Internacional del Arroz" AIA. Propuesta del Comité de la Agricultura de la FAO. 17º Periodo de sesiones. [En línea] Disponible desde: [http://www.stecyl.es/sociopolitica/2004\\_ANO\\_INTERNACIONAL\\_ARROZ.htm](http://www.stecyl.es/sociopolitica/2004_ANO_INTERNACIONAL_ARROZ.htm). [Consultado: 15 de abril del 2015].
- FAO (2005) *La aplicación de plaguicidas sin la debida seguridad provoca daños a la salud y al medio ambiente*. ROMA , 29 de mayo. [En línea] Disponible desde: <http://www.fao.org/ag/ags/agse/prs.htm>. [Consultado: 16 de abril del 2015].
- FAO (2009) *El deterioro y las pérdidas de las cosechas son de vital importancia para los agricultores*. [En línea] Disponible desde: <http://www.fao.org/docrep/X5027S/x5027S01.htm>. [Consultado: 16 de abril del 2015].
- FAO (2013) *Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: manual de capacitación*. [En línea] Disponible desde: <http://www.fao.org/docrep/x5037s/x5037S03.htm>. [Consultado: 6 de mayo del 2015].
- FAO (2015) *Distribucion e importancia de Sitophilus granarius, S. oryzae, S. zeamais, Rhizopertha dominica, Acanthoscelidesobtectus, Bruchuspisorum, Triboliumconfusum, T. castaneum, Tenebroidesmauritanicus, Gnathocercuscornutus, Alphitobusdiaperinus*. [En línea] Disponible desde: <http://www.fao.org/docrep/x5030s/x5030s01.htm>. [Consultado: 26 de mayo de 2015].
- Farrera, R. (2004) *Acerca de los plaguicidas y su uso en la agricultura*. [En línea] Disponible desde: [www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/farrera\\_r/arti/farrera\\_r.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/farrera_r/arti/farrera_r.htm). [Consultado: 16 de abril del 2015].
- Franquet, B., B. y (2006) *PàmiesEconomía del arroz: Variedades y mejora.Edición electrónica*. [En línea] Disponible desde: [www.eumed.net/libros/2006a/fbbp/](http://www.eumed.net/libros/2006a/fbbp/). [Consultado: 16 de abril del 2015].
- García, C., Espinosa, C. y Bergvinson, D. (2007) *Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control*. México. CIMMYT 55 pp.
- García, R., Caltagirone, L. y Gutierrez, A. (1988) Comment on a redefinition of biological control. *Bioscience*38: 692- 694 pp.
- Gerding, M. (2007) *lagas del trigo y su control*. El trigo en Chile. Cultura, ciencia y tecnología. Colección libros INIA.Chillán. Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias 21: 157-175 pp.
- Golob, P., Moss, C., Dales, M., Fidgen, A. y Evans, J. (1999) The use of spices and medicinal as bioactive protectants for grains. *FAO Agric. Serv. Bull.*137: 221-236 pp.
- Gomero, L. (2002) Plantas que protegen a otras plantas. Una alternativa a los cultivos GM resistentes a las plagas. *Revista de Agroecología*. 17: 15-17.
- González, S., Pino, O., Herrera, R., Valenciaga, N., Fortes, D. y Sánchez, Y. (2011) Potencialidades de los polvos de *Lonchocarpus punctatus* en el control de *Sitophilus zeamais* Sayonara González  
*Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 5.
- Guerra, Y. (2007) *Preferencia alimentaria y reproducción de Sitophilus oryzae (L.) Coleoptera; Curculionidae) sobre granos de importancia económica*. Trabajo de Diploma
- Guisaza, J. (2001) *Plantas alelopáticas*. [En línea] Disponible desde: <http://www.webcolombia.com/allelopathy.html>. [Consultado: 2 de enero del 2015].

- Heinrichs, E. A. (2007) *Manejo de los insectos plagas del arroz*. [En línea] Disponible desde: <http://ipmworld.umn.edu>. [Consultado: 2 de enero del 2015].
- Hernández, M. (2004) Estudio preliminar del potencial alelopático del orozus (*Phyla nodiflora* (L.) Greene). Tesis de diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Santa Clara, Villa Clara, Cuba: 50 pp.
- INTA. (2006) *Insectos*. [En línea] Disponible desde: [http://www.inta.gob.ni/informacion\\_postcosecha/capacitaciones\\_tecnicas/publicaciones/insectos/main.htm](http://www.inta.gob.ni/informacion_postcosecha/capacitaciones_tecnicas/publicaciones/insectos/main.htm). [Consultado: 2 de enero del 2015].
- Isman, M. B. y Machial, C. P. (2006) esticidas based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. In M. Rai and M.C. Carpinella (eds.). *Naturally Occurring Bioactive Compounds*, Elsevier. pp 29-44.
- Johnson, C. D. (1970) Biosystematics of the Arizona, California and Oregon species of seed beetle genus *Acanthoscelides* (Coleoptera; Bruchidae). University of California. *Publications in Entomology*. 59: 1-116.
- Kotyukovsky, M., Rafaeli, A., Gileadi, C., Demchenko, N. y Shaaya, E. (2002) Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests. *Pest Manag. Sci*58: 1101-1106 pp.
- Lagunes, A. y Rodríguez, C. (1989) Búsqueda de la tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. Montecillo, México: CONACYT/Colegio de Postgraduados: 150pp.
- Landaverde, R. (2003) Las plagas de los productos alimenticios almacenados en la región del Oirsa. Salvador. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria: 171 pp.
- Lee, B. H., Choi, W. S., Lee, S. E. y Park, B. S. (2001) Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.)20: 317-320 pp.
- Leyva, M., Tacoronte, J. y Marquetti, M. (2007) Composición química y efecto letal del aceite esencial de *Pimenta racemosa* (Myrtales: Myrtaceae) sobre *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). *Rev Cubana Med Trop* 59.
- Leyva, M., Castex, M., Montada, D., Quintana, F., Lezcano, D., Marquetti, M. d. C., Companioni, A., Anaya, J. y González, I. (2012) Actividad repelente de Formulaciones del aceite esencial de *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake (Myrtales: Myrtaceae) en mosquitos *Anales de Biología*34: 49-58 PP.
- Leyva, M. A. (2007) Determinación de la composición química y actividad antioxidante in vitro del aceite esencial de *Piper auritum* Kunth (Piperaceae) Difundida en la costa colombiana. *Scientia et Technica*, Año XIII33.
- Linnaeus, C. (1753) *Species Plantarum*. 1. Stockholm., 351 pp pp.
- Lucas.E. y J., R. (2002) Biological and mechanical control of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) in rice *Journal of Stored Products Research*. 38. 293–304 pp.
- Machado, I. (2014) EFECTO DEL OZONO (O<sub>3</sub>) SOBRE LA PRINCIPAL PLAGA DEL *Sorghum bicolor* (L.) Moench ALMACENADO. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Agricultura Tropical Sostenible.
- Maes, J. M. (2005) *El extraño mundo de los insectos. Los gorgojos de frijol almacenado*. [En línea] Disponible desde: <http://www.insectariumvirtual.com/termitero/nicaragua/DOCUMENTOS%20DE%20INTERES/ND-52.htm>. [Consultado: 2 de mayo del 2015].

- Matamoras, R. y Rugama, O. (2006) Calidad fitosanitaria y presencia de aflatoxinas en granos de sorgo [*sorghum bicolor* (L.) moench], en almacén y campo. Nicaragua. Universidad Nacional Agraria: 62 pp.
- Mazzoneto, F. y Vendramim, J. (2002) *Biological Aspects of Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) on Bean Genotypes with and without Arcelin. [En línea] Disponible desde: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid) [Consultado: 10 de mayo del 2015].
- Mazzonetto, F. y JR., A. B. (1999) Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*28: 307-311 pp.
- Mazzuferi, V., Carreras., J. y Casanoves., F. (2000) Uso de fosfamina para el control de *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera; Curculionidae) en semillas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) y efectos sobre su viabilidad. Comunicación. *Revista AGRISCIENTIA*XVII: 65-68 pp.
- Mejías, D. (2006) *MAIZE: Post-Harvest Operation*. [En línea] Disponible desde: [http://www.fao.org/inpho/content/compand/text/ch23\\_04.htm](http://www.fao.org/inpho/content/compand/text/ch23_04.htm). [Consultado: 10 de mayo del 2015].
- México (2014) *Control de insectos en granos almacenados*. [En línea] Disponible desde: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:blrGT4QrKkUJ:http://mipderiente.com/index.php%>. [Consultado: 15 de mayo 2015].
- Millán, C. (2008) Las plantas una opción saludable para el control de plagas. Uruguay (Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina: 99 PP.
- Morales, R. P. (2011) Evaluación de follaje de tres especies arbóreas nativas sobre *Sitophilus oryzae* L. en trigo almacenado. Valdivia – Chile.
- Moya, A. (2006) Efectos de residuos de plantas sobre el gorgojo pinto del frijol *Zabrotes subfasciatus* Boh. Tesis no publicada. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara: 46 pp.
- Nerio, L., Olivero-Verbel, J. y Stashenko, E. (2009) Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). *J. Stored Prod*45: 212-214 pp.
- Nicaragua (2008) *El gorgojo del arroz. FICHA "INSECTOS PLAGAS*. [En línea] Disponible desde: <http://www.insectariumvirtual.com/termitero/nicaragua/DOCUMENTOS%20DE%20INTERES/PLAG-9.htm>. [Consultado: 10 de abril de 2015].
- Oerke, E. C. (2006) Crop losses to pests. *J. Agr. Sci*144: 31-43 pp.
- OIRSA (2005) *Manual Plagas de los Productos almacenados*. [En línea] Disponible desde: <http://www.oirsa.org/DTSV/Manuales/Manual09/Plagas-de-los-Productos-05-0102.htm>. [Consultado: 10 de abril del 2015].
- Oriani, M. A. G., Lara, F. M. y Boica, J. A. L. (1996) Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera, Bruchidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*25: 213-216 pp.
- Padin, S., Dal Bello, G. y Fabricio, M. (2002) Grain loss caused by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. *J. Stored. Prod.* . 38: 69-74 pp.
- Pereira, F. (1993) *Conservación y protección de los granos almacenados. Manual de manejo postcosecha de granos a nivel rural. Chile. FAO*. [En línea] Disponible desde:

[http://www.cd3wd.com/cd3wd\\_40/INPHO/VLIBRARY/X0027S/ES/X0027S0H.H](http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/INPHO/VLIBRARY/X0027S/ES/X0027S0H.H).

[Consultado: 6 de octubre del 2015].

- Pérez, M. E., Miralles, M. L., Almaguel, R. L., Vázquez, M. L., Pierda, D. F., Navarro, L. A., Hernández, H. G., Piedrahita, P. J. y Sotomayor, C. S. (2010) *Manejo integrado de plagas en Almacenes, silos, instalaciones de la industria molinera y transportación de alimentos. Segunda versión. La Habana, Cuba*, 69 pp pp.
- Perez, Y. (2014) Efecto insecticida de especies botánicas de la familia Myrtaceae para el control de *Sitophilus oryzae* L. Universidad Central "MARTA ABREU" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, pp. 90.
- Pino, O., Sánchez, Y. y Rojas, M. M. (2013) Secondary metabolites as alternatives in pest management. II: An overview of their potential in Cuba Rev. Protección Veg28: 95-108 pp.
- Pino O, Y., Sánchez, H., Rodríguez, T. M., Correa, J. y Demedio, J. L. (2011a) Caracterización química y actividad acaricida del aceite esencial de *Piper aduncum* subsp. *ossanum* frente a *Varroa destructor* Rev. Protección Veg.26: 52-61 PP.
- Pino O, Y., Sánchez, H., Rodríguez, T. M., Correa, J. y Demedio, J. L. (2011b) Caracterización química y actividad acaricida del aceite esencial de *Piper aduncum* subsp. *ossanum* frente a *Varroa destructor* Rev. Protección Veg26: 52-61 pp.
- PRODATA, G. (2006) *Sitophilus zeamais* y *Sitophilus oryzae*. [En línea] Disponible desde: <http://www.ambientalpc.com/plagas/55-sitophilus-zeamais-sitophilus-oryzae>. [Consultado: 11 de mayo del 2015].
- Puente, M. (1998) Efectos alelopáticos del cultivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) sobre malezas asociadas y cultivos de importancia económica. . Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
- Puente, M. (2005) Tesis para aspirar al título de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central de Las Villas. Santa Clara. Villa Clara.
- R.P., M. (2011) Evaluación de follaje de tres especies arbóreas nativas sobre *Sitophilus oryzae* L. en trigo almacenado. Valdivia - Chile.
- R.Y., P. (2014) Efecto insecticida de especies botánicas de la familia Myrtaceae para el control de *Sitophilus oryzae* L. PROGRAMA DOCTORAL "AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE".
- Rajendran, S. y Sriranjini, V. (2008) Plant products as fumigants for stored product insect control. J. Stored Prod. Res44: 126-135 pp.
- Ramírez, S. (2005) Plantas con acción repelente e inhibitoria de la reproducción de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera; Bruchidae). Tesis de Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Santa Clara, Villa Clara, Cuba: 53 pp.
- Rees, D. (2004) *Insects of Stored Products*. CSIRO. Australia: 181 pp.
- Reyes, V. (2006) Efectos de residuos de plantas sobre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). Tesis no publicada. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara: 46 pp.
- Ritacco, M. (1988) Control por radiación gamma del insecto plaga *Sitophilus oryzae*, en granos de trigo almacenado. Argentina. Comisión Nacional de Energía Atómica 9 pp.
- Rodríguez, C. (2000) Propiedades plaguicidas del epazote *Telexys ambrosioides* (Chenopodiaceae). In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE SUSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS 6: 95-110 pp.

- Rodríguez, C. y López, E. (2001) *Actividad insecticida e insectistática de la chilca (Senecio salignus) sobre Zabrotes subfasciatus*. [En línea] Disponible desde: <http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rev59/resinf3.htm>. [Consultado: 13 de mayo del 2015].
- Rodríguez, H. (1993) Fitoinsecticidas en el combate de insectos In: “Bases prácticas de la agroecológica en el desarrollo centroamericano” Modulo II: Manejo de plagas en el sistema de producción orgánica. San Martín Zapotitlan, Retalhuelu: 112-125 pp.
- Rodriguez, L. y Arredondo, H. (2007) *Teoría y Aplicación del Control Biológico*. México. Sociedad Mexicana de Control Biológico: 303 pp
- Rodríguez, M., Valdez., J., Vera., J. y Castillo., A. (2000) Identificación de instares larvales de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera; Bruchidae) mediante las dimensiones de sus capsulas cefálicas. *Agrociencia*34.
- Romero, G. (2000) *Control de plagas de los granos y productos almacenados*. [En línea] Disponible desde: [http://www.agrobit.com/Info\\_tecnica/agricultura/Almacenaje/AG\\_000007al.htm](http://www.agrobit.com/Info_tecnica/agricultura/Almacenaje/AG_000007al.htm). [Consultado: 11 de noviembre del 2015].
- Sampietro, D. A. (2003) *Definición de alelopatía. Futuro Verde*. [En línea] Disponible desde: [http://www.pwp.007mundo.com/futuroverde/documentos\\_658.htm](http://www.pwp.007mundo.com/futuroverde/documentos_658.htm). [Consultado: 11 de noviembre del 2015].
- Samprieto, D. A. (2015) ALELOPATÍA:Concepto, características, metodología de estudio e importancia. *Cátedra de Fitoquímica. Instituto de Estudios Vegetales "Dr. Antonio R. Sampietro"*. 3-26.
- Sauget, J. S. y Liogier, E. E. (1953) *Flora de Cuba. La Habana*. Editorial Casa La Salle., 409 pp pp.
- Schoonhoven, A., Cardona, C. y García, J. E. (1988) Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control. CIAT. Cali: 46 pp.
- Silva, G. (2002) *Insecticidas Vegetales .Universidad de Minnesota*. [En línea] Disponible desde: <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/GSilvaSp.htm>. [Consultado: 11 de noviembre del 2015].
- Silva, G., Lagunes, A. y Rodriguez, J. (2003) Control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. *Revista de Ciencia e Investigación Agropecuaria*30: 153-160 pp.
- Singh, T., I. y Saini., K. y. M. S. (1979) Biology af *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Bruchidae: Coleoptera). *Brief Communication. Entomon*4: 201-203 pp.
- Stadler, T. (1988) Normalización de las variables ecofisiológicas durante el desarrollo de *Sitophilus oryzae*(L.) (Coleoptera: Curculionidae). México. *Sanidad Vegetal Plagas*14: 541-555pp.
- Stefanazzi, N. (2010) Essential oils, an alternative tool for integrated handling of stored-grain pests. Universidad Nacional del Sur [Argentina]. Tesis doctoral en Biología.
- Trinidad, C. V. y Gaona, M. E. (2011) Acción insecticida y repelente del Neem sobre adultos de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) en granos de poroto (*Vigna unguiculata*). *Investig. Agrar*13: 107-111pp.
- Tyler, P. S., Taylor, R. W. y Rees, D. P. (1983) Insect resistance to phosphine fumigation in food warehouses in Bangladesh. *Inter-national Pest Control*25: 7-12 pp.

- Valdés, H. R., E., P. V., Y., G. B. y M., C. M. (2008) Preferencia de *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera; Curculionidae) por granos almacenados Preference of *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera; Curculionidae) for stored grains *Centro Agrícola*35: 41-45 pp.
- Valdés, R. (2007) Efectos de residuos de plantas sobre el gorgojo pinto del frijol (*Zabrotessubfasciatus* Bohemann) y el gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae* L.)
- Valdés, R. y Pozo, E. (2012) Efecto de especies de plantas y ozono (O<sub>3</sub>) sobre *Zabrotessubfasciatus*(Boheman). *TESIS EN OPCIÓN AL GRADO CIENTÍFICO DE DOCTOR EN CIENCIAS AGRÍCOLAS.Facultad de Ciencias Agropecuarias.UCLV. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.* 166pp.
- Vélez-Azañero, A., Acosta, C., Espinal, T., Tello, M., Rivera, S. y Alzamora, A. (2013) *The Biologist* 11: 333-337 pp.
- Voigt, M. (2013) Actividad antibacteriana de los extractos de *Syzygium cumini* (L.) Skeels (jambolán) frente a los microorganismos asociados a la mastitis bovina *Rev Cubana Plant Med.* 18: 495-501 pp.
- Zaghloul, A. O., Kady.B.M., E., Wakil.F.H., E., Ahmed.M.S.S. y I.M., M. (2012) Biological and genetical studies on the rice weevil, *Sitophilus oryzae*(L.) (Curculionidae: Coleoptera) in Egypt. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*8: 92-97 pp.
- Zamora, N. C. (2005 ) Sobrevivencia de *Sitophilusoryzae* (L.) en harina cruda y extruida de granos de *Canavaliaensiformis*36: 21-27 pp.