

Tithonia diversifolia*, *Moringa oleifera* y *Piper auritum*: Alternativas para el control de *Sitophilus oryzae ***Tithonia diversifolia*, *Moringa oleifera* and *Piper auritum*: Alternatives for the control of *Sitophilus oryzae***

Leticia Jiménez Álvarez¹, Álvaro Arias Vega¹, Roberto Valdés Herrera², Marlen Cárdenas Morales²

¹ Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54830.

² Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP). Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54830.

E-mail: ljalvarez@uclv.cu

RESUMEN. Con el objetivo de determinar el efecto que ejercen los polvos vegetales de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray, *Moringa oleifera* (Lam) y *Piper auritum* Kunth frente a *Sitophilus oryzae* L. se realizó el montaje de este experimento. En la ejecución del mismo se tomaron insectos adultos, de una cría de laboratorio, aleatoriamente, para evaluar el incremento de los mismos. Se utilizaron placas de Petri de 9 cm con 10 insectos en su interior, a las que adicionalmente, le fueron añadidas 5 g de arroz (*Oryza sativa* L.) y 0,4 g del polvo de las especies botánicas objeto de estudio (*T. diversifolia*, *M. oleifera*, *P. auritum* previamente secadas a 40 °C durante 72 horas y molidas finamente). A los 40 días de montado el ensayo, se contaron el número de insectos presentes por cada placa y posteriormente se realizó la prueba de Comparación Múltiple Z para Kruskal-Wallis mediante el *software* StadiStix en su versión 9. Los resultados obtenidos permitieron llegar a la conclusión de que estas especies de plantas constituyen una alternativa viable para el control de *S. oryzae*.

Palabras clave: efecto alelopático, granos almacenados, insectos plaga, polvos vegetales

ABSTRACT. With the objective to determine the effect exerted by vegetable powders of *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray, *Moringa oleifera* (Lam) y *Piper auritum* Kunth on *Sitophilus oryzae* L., this experiment was performed. In the execution, adult insects were taken to evaluate the increase of them. Petri dishes of 9 cm with 10 insects were used inside additionally 5 g of rice (*Oryza sativa* L.) and 0.4 g of powder was added botanical species (*T. diversifolia*, *M. oleifera*, *P. auritum* previously dried at 40 °C for 72 hours and finely ground). At 40 days the test mounted, the number of insects present per plate was counted, and after testing, Z Multiple Comparison was performed using the software StadiStix. The results allowed us to conclude that these plant species are a viable alternative for the control of *S. oryzae*.

Keywords: allelopathic effect, stored grains, pest insects, vegetable powders

INTRODUCCIÓN

Los cereales son considerados, mundialmente, como las especies vegetales más importantes para la alimentación de los seres humanos y animales domésticos (Dell'Orto y Arias, 1983). Por esto, su almacenamiento por largos períodos de tiempo es esencial para disponer de alimento en forma constante (Paez, 1987). Lamentablemente, esto se ve entorpecido por los insectos plagas de los granos almacenados, que causan cuantiosas pérdidas, tanto en lo económico como en su

disponibilidad para la alimentación de animales y seres humanos (Larraín, 1994).

Las pérdidas postcosecha en los cereales almacenados tienen una importancia económica que muchas veces no se valora en su verdadera dimensión, existiendo pérdidas en cantidad y calidad de los granos (Sandoval, 1984). Mundialmente, estas pérdidas oscilan entre el 5 y el 30 % del peso total de los granos; pero entre el 5 y el 10 % de estos daños son causados

directamente por los insectos plagas (Casini y Santajuliana, 2014).

Según la FAO (2005) y Bayer (2014) los efectos 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 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.

Más de 1 000 especies de insectos afectan los productos almacenados en todo el mundo perteneciendo a órdenes muy diversos, siendo los coleópteros y lepidópteros las especies de mayor importancia económica. Dentro de los coleópteros se citan alrededor de 600 especies, destacándose en América los pertenecientes al género *Sitophilus*. Estos son causantes de importantes pérdidas económicas en los granos almacenados, ya que le confieren un sabor y olor desagradable, lo que puede provocar serios trastornos digestivos tanto al hombre como a los animales, además de causar una notable pérdida de valor comercial del producto (Domínguez, 1989).

El gorgojo del arroz (*S. oryzae*) pertenece al orden Coleoptera, familia Curculionidae, es un artrópodo que ha cobrado relevancia debido a su posibilidad de volar, lo que le permite mantener las fuentes de reinfestación en los lugares de almacenamiento; además de presentar gran capacidad destructiva. Actualmente se considera como la principal plaga insectil de los cereales almacenados en países cálidos (OIRSA, 2005).

Tanto larvas como adultos destruyen el grano, el cual queda depreciado comercialmente. Las larvas provocan los mayores daños al ubicarse en el interior del grano donde excavan galerías alimenticias hasta vaciarlo, dejando solo la cubierta. Con el producto cosechado los adultos prefieren alimentarse de granos partidos, aunque pueden dañar también los sanos. En cualquier caso las heridas causadas son una vía de entrada para otras plagas y enfermedades (Bermejo, 2011).

Hay que tener en cuenta que las altas temperaturas y humedad de los granos, junto a la forma en que se agrupan las semillas cuando se almacenan, brindan las condiciones necesarias para el desarrollo de estas plagas, lo que en la práctica constituye un problema en el momento de su conservación. Esto trae como consecuencia una gran proliferación de los insectos, encontrándose

en lugares como los equipos utilizados para el transporte de los cereales, en los conductos de ventilación o simplemente en los granos que han sido descartados.

Para el control de estos gorgojos la medida más utilizada es la aplicación de plaguicidas, sobre todo piretroides y organofosforados; que son muy eficaces en 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.

Por esta razón a partir de 1981, distintos investigadores e instituciones se han dedicado a buscar plantas que contengan compuestos con propiedades insecticidas o repelentes. Sin embargo, muchas veces estos compuestos de origen vegetal son erróneamente denominados como insecticidas, ya que la mayoría de ellos no eliminan al insecto sino que actúan como repelentes, inhibidores de la oviposición y la alimentación o simplemente como confusores (Silva, 2004).

Estos productos en la actualidad han cobrado gran auge debido a que son apropiados para la aplicación a pequeña escala, con vistas 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).

Los insecticidas de origen vegetal son esencialmente utilizados de forma preventiva y además tienen como ventajas que son de bajo costo, representan menor peligro para sus aplicadores, consumidores y para el medioambiente. Se caracterizan por poseer un efecto protector ya que generan cierta repelencia al actuar como agente disuasivo de la ovoposición, alimentación o sustancia reguladora del crecimiento (Isman y Machial, 2006).

La revalorización de las plantas como fuente de sustancias con propiedades insecticidas se viene difundiendo desde los últimos 35 años y en algunos países de América Latina como Brasil, México, Ecuador y Chile se han desarrollado líneas de investigación que buscan en las plantas, compuestos químicos con menor impacto ambiental y potencial para el control de plagas agrícolas (Silva et al., 2005).

Las hojas de las especies *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray, *Moringa oleifera* (Lam) y *Piper auritum* Kunth pueden ejercer un efecto

alelopático sobre *Sitophilus oryzae* L. que permita su utilización en el control de este insecto.

Con el presente trabajo se pretende determinar el efecto anti-insecto de polvos vegetales de *T. diversifolia*, *M. oleifera* y *P. auritum* frente a *S. oryzae*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos fueron realizados en el laboratorio de Patología de Insectos y en el laboratorio de Bromatología del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicado en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, entre los meses de noviembre de 2014 a abril de 2015.

Para el montaje del experimento se tomaron 10 insectos adultos, de forma aleatoria, procedentes de una muestra de la población existente en el laboratorio. Los gorgojos utilizados eran de dos días de emergidos, lo que garantizó que las hembras estuvieran fecundadas. La identificación de hembras y machos se realizó mediante el dimorfismo sexual de la especie.

Obtención de polvos vegetales

Para determinar el efecto que ejercen estas especies botánicas sobre *S. oryzae* se procedió primero a la obtención del material vegetal. Las hojas de las plantas fueron obtenidas en horas de la mañana y antes de realizar el proceso de molinaje fueron colocadas en una estufa Marca Memmert a 40 °C durante 72 h. 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.

Incremento de *S. oryzae*

Para evaluar el incremento se utilizaron 5 g de arroz (*Oriza sativa* L.) y 0,4 g del polvo de *T. diversifolia*, *M. oleifera* y *P. auritum* siguiendo la metodología referida por Valdés (2012).

A los 40 días de montado el ensayo se contó el número de insectos presentes por cada placa y posteriormente, la pérdida del peso en los granos (g) mediante las observaciones directas y la selección y el pesaje del grano sano. El pesaje de

las semillas se realizó con una balanza analítica de precisión de 0,1 mg, marca "OverLabor" de procedencia alemana.

Comportamiento de *S. oryzae* en presencia de granos de arroz mezclado con polvos vegetales

En el experimento se realizaron dos ensayos utilizando placas de Petri de 9 cm de diámetro por 1 cm de altura. Dentro de cada placa fueron colocados 5 g de semillas sanas de arroz (seleccionadas previamente), siendo descartadas las que presentaron malformaciones o daños visibles provocados por insectos o ratas.

Sobre las semillas se adicionó 0,4 g del polvo vegetal, de forma independiente (una especie botánica por cada placa). Cada ensayo utilizado contó con 40 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 en el centro de la placa. Cada ensayo contó de un tratamiento control (granos de arroz sin mezclar con polvos de especies botánicas, productos químicos o biológicos).

Cada tres días y durante los diez primeros días se realizaron observaciones teniendo en cuenta la posición del polvo respecto al grano para poder evaluar tres efectos fundamentales: efecto alelopático, efecto insectistático y por último el efecto insecticida. A los 40 días de montados 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.

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 se efectuó con el empleo del software StadiStix en su versión 9.0. Se realizó la prueba de Comparación Múltiple Z para Kruskal-Wallis con un nivel de confianza de un 95 %.

Para agrupar las especies de plantas según el efecto que ejercieron los polvos sobre el comportamiento de los insectos en cada variante, se tuvo en cuenta el efecto insectistático y la mortalidad de los insectos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La selección del sustrato utilizado (granos de arroz sin mezclar con polvos de especies

botánicas, productos químicos o biológicos) se basó en los resultados obtenidos con el mismo, en trabajos desarrollados por Valdés (2012), en el estudio de otros insectos plagas de los granos almacenados.

Al evaluar el análisis del efecto insectistático en las hembras, se puede observar que en *Piper auritum* se obtienen los mejores resultados, lo que coincide con Valdés (2012), quien señala que esta es una planta prometedora para el control de otros insectos plagas de los granos almacenados como *Z. subfasciatus*. Cuando observamos a *T. diversifolia* y *M. oleifera* por separado, se aprecia que repelen con igual intensidad los primeros tres días, llegando a alcanzar valores del 50 %. Sin embargo, pasados seis días, *P. auritum* repele con mayor intensidad que las anteriores, incrementándose el nivel de repelencia hasta un 70 % al llegar a los nueve días. Esto evidenció un incremento gradual del efecto insectistático de esa planta; mientras que para *Tithonia*, se produce una disminución progresiva del efecto (hasta un 10 % el día 9). En el caso de la *Moringa* se produce un efecto interesante, pues luego de un brusco descenso a los 6 días, finalmente, a los 9 días el efecto insectistático se elevó al 30 % (figura 1).

Un efecto insectistático similar al descrito anteriormente acontece en el ensayo con las parejas de insectos. En el mismo se destaca *P. auritum* con un incremento sostenido del efecto desde el día seis de observación, donde alcanza el 70 % del efecto. Contrariamente, en los casos

de *T. diversifolia* y *M. oleifera* donde disminuye el efecto hasta el noveno día (figura 2).

Respecto a la mortalidad de las hembras (figura 3, tabla 1) aunque no existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos, se observa que la *T. diversifolia* produce mayor mortalidad, superior al 10 %, pero *M. oleifera* arroja la mayor efectividad al cabo de los 40 días, con un incremento del 20 % durante el transcurso del tiempo.

En los experimentos con las parejas de insectos se aprecia una mayor mortalidad en el tratamiento con *T. diversifolia*, arrojando un 50 % de mortalidad en las parejas (figura 4, tabla 2), efecto que puede ser considerado como muy prometedor según el criterio propuesto por Paez et al., (1990), quien señala que por encima del 40 %, puede considerarse un mínimo óptimo. En este caso, *T. diversifolia* experimenta un aumento en la mortalidad de las parejas, independientemente de que es la especie botánica que menor efecto ejerce sobre las hembras, pero afecta más a los machos, influyendo de forma sustancial en la efectividad de la reproducción futura de los insectos. Este resultado convierte esta planta en una alternativa viable para el control de *S. oryzae*.

El análisis del efecto sobre la mortalidad de *S. oryzae* en los tratamientos permite arribar a la conclusión de que no existen diferencias significativas entre las especies botánicas evaluadas; aunque estas sí difieren y superan estadísticamente al control, siendo *P. auritum* el de mejores resultados.

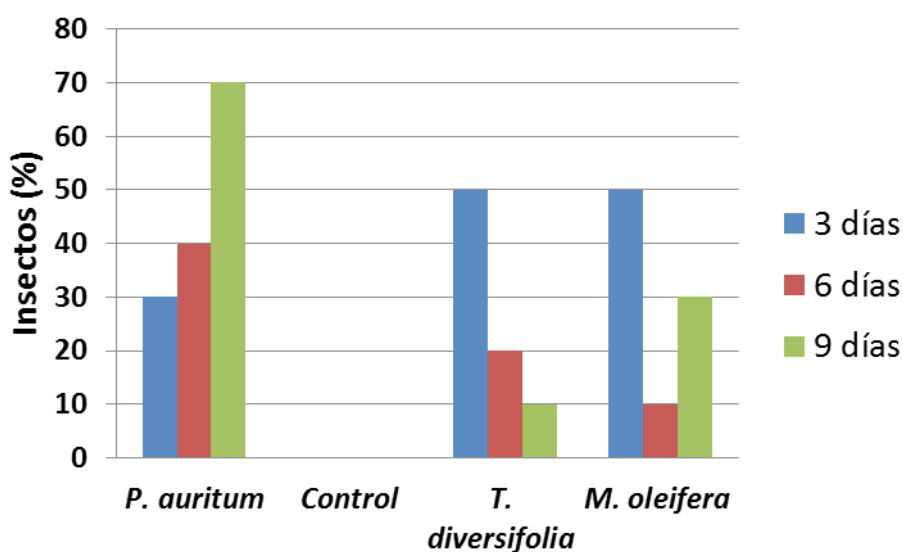


Figura 1. Efecto insectistático en las hembras

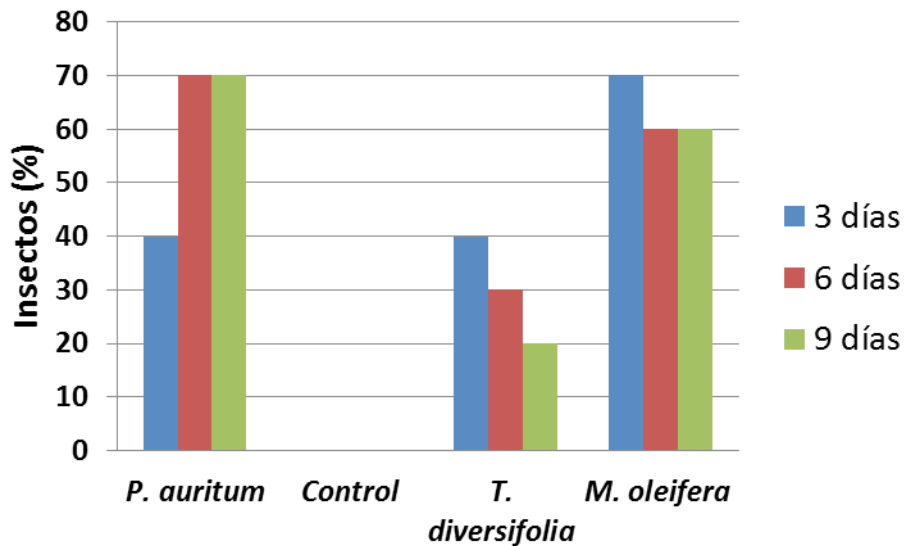


Figura 2. Efecto insectistático en el ensayo con las parejas de insectos

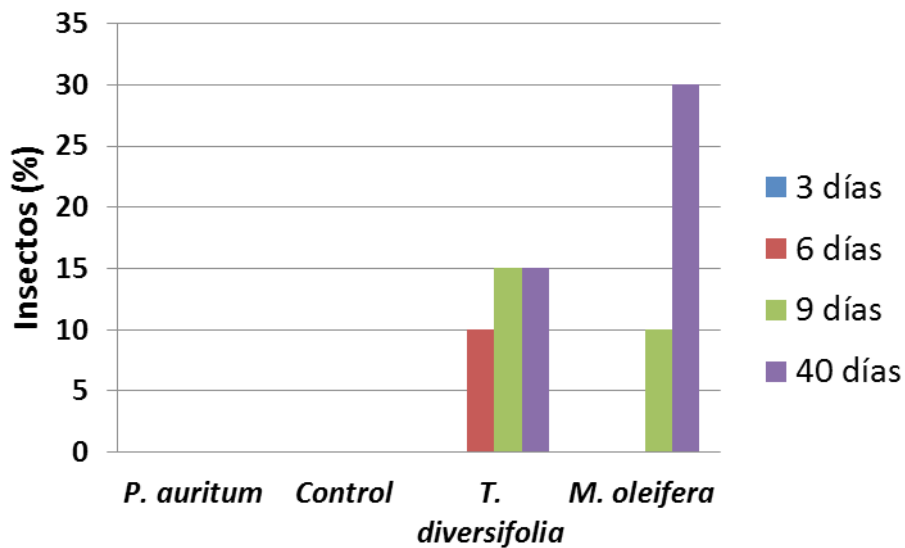


Figura 3. Mortalidad de las hembras de *S. oryzae*

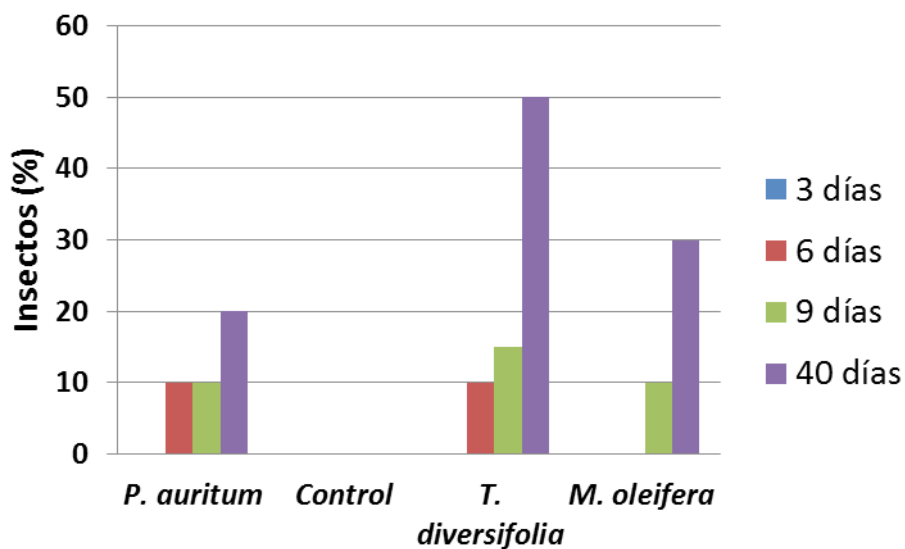


Figura 4. Mortalidad de las parejas de insectos

Tabla 1. Análisis de la mortalidad en las hembras

Tratamiento	Cantidad de Insectos	Mínimo	Máximo	Medias de rangos
Control	40	2	13	35,500 ^a
<i>P. auritum</i>	0	0	0	17,500 ^b
<i>T. diversifolia</i>	3	0	2	11,900 ^b
<i>M. oleifera</i>	4	0	3	17,100 ^b

Letras diferentes en la columna denotan diferencias significativas según la Prueba Z de Kruskal – Wallis, con un alfa de 0.05.

Tabla 2. Análisis de la mortalidad en las parejas

Tratamiento	Cantidad de Insectos	Mínimo	Máximo	Medias de rangos
Control	40	2	13	35,500 ^a
<i>P. auritum</i>	0	0	0	13,500 ^b
<i>T. diversifolia</i>	4	0	4	16,700 ^b
<i>M. oleifera</i>	4	0	2	16,300 ^b

Letras diferentes en la columna denotan diferencias significativas según la Prueba Z de Kruskal – Wallis, con un alfa de 0.05.

CONCLUSIONES

Las hojas de *T. diversifolia*, *M. oleifera* y *P. auritum* ejercen un efecto anti-insecto sobre *S. oryzae*. En los tratamientos con los polvos de estas plantas no se manifestaron incrementos de los insectos por lo que esos polvos pueden ser utilizados en el control de los mismos.

La utilización de los polvos de las tres especies botánicas evaluadas, constituyen alternativas de valiosa utilidad y fácil empleo, especialmente en la mediana y pequeña escala productiva, donde los insectos plagas causan considerables daños económicos por el deterioro de los granos que son destinados tanto al consumo humano como animal.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Bayer. Plagas de productos almacenados. 2014. En sitio web: <http://webcache.googleusercontent.com>. [Consultado el 14 de mayo de 2015].
- 2- Casini, C. y M. Santajuliana. Control de plagas en granos almacenados. 2014. En sitio web: <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/postcosecha/ControlPlagasGranosAlmacenados.asp> [Consultado el 10 de abril de 2015].
- 3- Dell'Orto H.; Arias, C. Distribución e importancia de los insectos que dañan granos y productos almacenados en Chile. FAO/INIA, Santiago de Chile, Chile. 1983, 67 p.
- 4- Domínguez, F. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Mundi-Prensa, 8va ed., Madrid, España. 1989, 821 p.
- 5- EUFIC. Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación. 2005. En sitio web: <http://www.eufic.org/sp/quickfacts/agricultura.htm> [Consultado el 25 de abril de 2015].
- 6- FAO. La aplicación de plaguicidas sin la debida seguridad provoca daños a la salud y al medio ambiente. Comunicados de prensa 97/20. ROMA, 29 de mayo, 2005. En sitio web: <http://www.fao.org/ag/ags/agse/prs.htm> [Consultado el 13 de mayo de 2015].
- 7- Farrera, R. Acerca de los plaguicidas y su uso en la agricultura. Revista Digital CENIAP, número 6, septiembre-diciembre 2004. En sitio web www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/farrera_r/arti/farrera_r.htm [Consultado el 18 de mayo de 2015].
- 8- Isman, M. B. y Machial, C. M. Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. In M. Rai and M.C. Carpinella

- (eds.), *Naturally Occurring Bioactive Compounds*, Elsevier, Amsterdam, Netherlands. 2006, pp. 29-44.
- 9- Larraín, P. Manejo integrado de plagas en granos almacenados. *Investigación y Progreso Agropecuario*, 81: 10-16, 1994.
- 10- OIRSA (Organismo Internacional Regional De Sanidad Agropecuaria). *Manual Plagas de los Productos almacenados*. 2005. En sitio web: <http://www.oirsa.org/DTSV/Manuales/Manual09/Plagas-de-los-Productos-05-0102.htm> [Consultado el 13 de abril de 2015]
- 11- Paez, A. Uso de polvos vegetales e inertes minerales como una alternativa para el combate del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleóptera: Curculionidae) en maíz almacenado. Tesis de Magister, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, México. 1987. 135p.
- 12- Paez, A.; Lagunes, A.; Carrillo, J. Polvos vegetales y materiales inertes para el combate del gorgojo *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en maíz almacenado. *Agrociencia*, 3: 35-46, 1990.
- 13- Ramírez, S. Plantas con acción repelente e inhibitoria de la reproducción de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera; Bruchidae). Tesis de Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 2005, 53p.
- 14- Sandoval, M. Evite pérdidas en sus granos almacenados. *Chile Agrícola*, 90: 103-104, 1984.
- 15- Silva, G. Oportunidad de los plaguicidas de origen vegetal en la agricultura chilena. In: Gonzalo Silva y Ruperto Hepp (Eds). *Memoria Seminario Internacional: Alternativas ecológicas para el control de plagas y enfermedades agrícolas.*, Universidad de Concepción, Chillán, Chile. Noviembre 5, 2004.
- 16- Silva, G. Orrego, Q.; Heper, R.; Tapia, M. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. 2005. En sitio web: www.scielo.br/pdf/pab/v40n1/2323b.pdf. [Consultado el 13 de mayo de 2015]
- 17- Valdés, R.; Pozo, E. Efecto de especies de plantas y ozono (O3) sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 2012, 166 p.
- 18- Bermejo, J. Información sobre *Sitophilus oryzae*. 2011. En sitio web: <http://www.agrologica.es/informacion-plaga/gorgojo-arroz-sitophilus-oryzae/> [Consultado el 5 de abril de 2015].

Recibido el 10 de noviembre de 2015 y aceptado el 14 de marzo de 2016