

Bioinsecticidas para el control de plagas de almacén y su relación con la calidad fisiológica de la semilla*

Bio-insecticides to control storage pests and their relationship to the physiological seed quality

Mariano Mendoza Elos^{1§}, Gilberto Rodríguez Perez¹, Luis Patricio Guevara Acevedo¹, Enrique Andrio Enríquez¹, José Antonio Rangel Lucio¹, J. Guadalupe Rivera Reyes¹ y Francisco Cervantes Ortiz¹

¹Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya-J. Rosas km 8. C.P. 38110. Tel: (01) 461 611 63 62 ext. 155. Celaya, Guanajuato, México. (grodriguez263@hotmail.com; jlpguevara@itroque.edu.mx; subte33@yahoo.com.mx; arangel_l@yahoo.com.mx; jogurrciga@yahoo.com; frcervantes@itroque.edu.mx). ²Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. C. P. 87010. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. [§]Autor para correspondencia: mmendoza66@hotmail.com.

Resumen

A nivel mundial se estima 13% de daños por gorgojos. En México existen más de 25 especies de insectos que atacan semillas y granos almacenados y a la vez éstos reducen la calidad física y fisiológica de las semillas. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar bioinsecticidas para el control de gorgojos de maíz, frijol y trigo y su relación con la calidad fisiológica de la semilla. El trabajo se realizó en el Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Guanajuato, México, en 2011. Se utilizó extractos de higuerilla, gobernadora y ajo en dos concentraciones para el control de *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus granarius* y *Sitophilus zeamais*. El diseño experimental utilizado en la investigación fue completamente al azar con arreglo factorial, con 11 tratamientos y tres repeticiones. Se realizaron muestreos a las 24, 48 y 144 h, para evaluar la mortalidad, el vigor y la germinación de las semillas. Los resultados detectaron diferencias significativas entre tratamientos. Sobresaliendo el aceite de higuerilla como el más efectivo, ya que causó 100% de mortalidad a las 24 h para las tres especies de gorgojo. Todos los extractos en las tres especies de semillas y para las tres especies de gorgojos superan el criterio de 50% de índice de mortalidad, el cual se

Abstract

A globally 13% of estimated damage by weevils. In Mexico there are more than 25 species of insects that attack stored grains and seeds and at the same time they reduce the physical and physiological seed quality. Therefore, the objective of this study was to evaluate bio-insecticides to control weevils of corn, beans and wheat and their relationship to the physiological seed quality. The work was conducted at the Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Guanajuato, Mexico, in 2011. The castor oil plant extracts, governor and garlic was used in two concentrations to control *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus granarius* and *Sitophilus zeamais*. The experimental design used in the research was completely randomized factorial arrangement with 11 treatments and three repetitions. They are sampling at 24, 48 and 144 h, to assess mortality, vigor and seed germination were performed. The results detected significant differences between treatments. Excelling the castor oil as the most effective, because it caused 100% mortality at 24 h for the three species of weevils. All extracts in the three species of seed and for the three species of weevils exceed the criterion of 50% mortality rate, which is considered

* Recibido: abril de 2016
Aceptado: julio de 2016

considera aceptable. El bioinsecticida de ricina de higuera fue el que afectó en mayor proporción la calidad fisiológica de la semilla de los tres cultivares estudiados.

Palabras clave: Bioinsecticidas, extractos, mortalidad, vigor y germinación de semilla.

Introducción

En México no existe información precisa que indique el volumen de pérdida de granos y semillas. Sin embargo, se estima que anualmente se pierde entre 5% y 25% de la producción total de maíz, trigo y frijol, principales granos básicos del país (Hernández y Carballo, 2014). El grano y la semilla son entes vivientes que respiran oxígeno del ambiente y producen bióxido de carbono, agua y energía que se transforma en calor; consecuentemente, en la medida en que se acelere el proceso de la respiración, lo hará también el deterioro del grano o la semilla, ocasionando el desarrollo de insectos, ácaros, hongos y microorganismos, los cuales al alimentarse disminuyen la cantidad y calidad alimenticia y comercial del grano (Lagunes y Rodríguez, 1989; Lannacone y Lamas, 2003a).

Los insectos también representan una de las principales causas en las pérdidas postcosecha de granos o semillas. Estos afectan principalmente a los pequeños productores y en particular a los de temporal, por carecer de medios apropiados para su almacenamiento, así como al mal uso de pesticidas y en ocasiones a la completa carencia de ellos, por sus elevados costos (FAO, 2010). En México, existen más de veinticinco especies de insectos de importancia económica, que atacan semillas y granos almacenados; de los cuales quince especies pertenecen a los órdenes Coleóptera y Lepidóptera (Moreno, 1992, 1996). Entre los insectos más importantes, que dañan y afectan la calidad de granos y semillas, se encuentran el gorgojo o bruco del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say), el gorgojo del trigo (*Sitophilus granarius* L.) y el picudo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.) (FAO, 2010).

Los insecticidas químicos generan efectos negativos en los seres humanos por su alta capacidad de bioacumulación y su poder residual prolongado. Una alternativa a este problema es el uso de productos naturales derivados de plantas, generalmente biodegradables y que no producen un desequilibrio en los ecosistemas (Lannacone y Reyes, 2001; Lannacone y Lamas, 2003a).

acceptable. The biopesticide castor ricin was affecting greater proportion physiological seed quality of the three cultivars studied.

Keywords: bioinsecticides, extracts, mortality, vigor and seed germination.

Introduction

In Mexico there is no precise information indicating the volume of loss of grains and seeds. However, it is estimated that annually is lost between 5% and 25% of total production of corn, wheat and beans, the main staple grains in the country (Hernández and Carballo, 2014). The grain and seed are living things that breathe oxygen from the environment and produce carbon dioxide, water and energy is transformed into heat; consequently, to the extent that the breathing process is accelerated, it will also deterioration grain or seed, causing the development of insects, mites, fungi and microorganisms, which by feeding decrease the amount and food and commercial quality grain (Lagunes and Rodríguez, 1989; Lannacone and Lamas, 2003a).

The insects also represent one of the main causes in post-harvest losses of grains or seeds. These mainly they affect small producers and in particular temporary, for lack of appropriate storage media, as well as the misuse of pesticides and sometimes complete lack of them, for their high costs (FAO, 2010). In Mexico, there are more than twenty species of economically important insects that attack stored grains and seeds; fifteen species of which belong to the Coleoptera and Lepidoptera orders (Moreno, 1992, 1996). Among the most important insects that damage and affect the quality of grains and seeds, are the weevil or bruco bean (*Acanthoscelides obtectus* Say), the weevil wheat (*Sitophilus granarius* L.) and maize weevil (*Sitophilus zeamais* M.) (FAO, 2010).

The chemical insecticides generate negative effects on humans for its high potential for bioaccumulation and prolonged residual power. An alternative to this problem is the use of natural products derived from plants, usually biodegradable and do not produce an imbalance in the ecosystem (Lannacone and Reyes, 2001; Lannacone and Lamas, 2003a).

El uso de extractos vegetales es una técnica recuperada de la agricultura de subsistencia de países de África y América Central principalmente (Lagunes y Rodríguez, 1989). Entre las especies vegetales que se han utilizado para el control de insectos en grano o semilla está el ajo (*Allium sativum*) por sus agentes activos de la allicina y el disulfuro de alipropilo, la higuera (*Ricinus communis*) por sus ingredientes activos de la ricina y ricinina y la gobernadora (*Larrea trindetata*) por sus principios activos de la resina (Seigler, 1998; Rodríguez, 2000).

La calidad de la semilla es uno de los factores más importantes que afectan en mayor proporción el rendimiento potencial de una variedad y por lo tanto el éxito en la actividad agrícola. Por otro lado, el alto contenido de humedad en el grano durante el almacenamiento, favorece el desarrollo de insectos, ácaros, hongos y microorganismos, los cuales al alimentarse disminuyen la cantidad y calidad alimenticia y comercial de grano y semilla (Ramírez *et al.*, 1993). La capacidad de germinación y el vigor son los principales atributos involucrados en el componente de calidad fisiológica de la semilla. El vigor de la semilla es el potencial biológico que favorece el establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones de campo, incluso desfavorables. En tanto que la germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y desarrollan, a partir del embrión, las estructuras esenciales para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables (Delouche, 2002). La capacidad de germinar y el vigor son los dos indicadores de mayor importancia de la calidad de la semilla (Odindo, 2007).

En base a lo anterior los objetivos de esta investigación fueron evaluar el control de plagas de almacén en maíz, trigo y frijol con polvos de ajo, aceites de higuera y gobernadora, y el efecto que causa estos bioinsecticidas en la calidad fisiológica de la semilla.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó durante 2011, en el Laboratorio de Análisis de Semillas del Instituto Tecnológico de Roque, ubicado en Celaya, Guanajuato, México. (20° 31' latitud norte, 100° 45' longitud oeste y 1 765 msnm). El clima del sitio experimental es semicálido BS1Hw(e), con una precipitación de 550 a 710 mm durante el año y temperatura media anual de 18.4 °C (INEGI, 2012).

The use of plant extracts is a technique recovered from subsistence farming countries in Africa and Central America mainly (Lagunes and Rodríguez, 1989). Among the plant species that have been used for insect control in grain or seed is garlic (*Allium sativum*) for their active agents of allicin and disulphide alipropilo, castor oil plant (*Ricinus communis*) for their active ingredients ricin and ricinina and the governor (*Larrea trindetata*) for its active ingredients of the resin (Seigler, 1998; Rodríguez, 2000).

The seed quality is one of the most important factors affecting a greater extent the potential of a variety performance and therefore success in agriculture. On the other hand, the high moisture content in the grain during storage, favors the development of insects, mites, fungi and microorganisms, which by feeding reduce the amount and food and commercial quality of grain and seed (Ramírez *et al.*, 1993). The germination capacity and vigor are the main attributes involved in the physiological component of seed quality. The vigor of the seed is the biological potential that favors the rapid establishment and uniform under field conditions, including unfavorable. Whereas germination is the physiological process by which emerge and develop, from the embryo, the essential structures for the formation of a normal plant under favorable conditions (Delouche, 2002). The ability to germinate and vigor are the two most important indicators of the quality of the seed (Odindo, 2007).

Based on the above objectives of this research were to evaluate the control storage pests in corn, wheat and beans with garlic powder, oils castor oil plant and governor, and the effect that causes these bio-insecticides in the physiological seed quality.

Materials and methods

The work was done in 2011, at the Seed Analysis Laboratory Institute of Technology Roque, located in Celaya, Guanajuato, Mexico (20° 31' north latitude, 100° 45' west longitude and 1 765 masl). The climate of the experimental site is semiwarm BS1Hw (e), with a rainfall of 550-710 mm during the year and annual average temperature of 18.4 °C (INEGI, 2012).

Material genético

Se utilizó semilla de criollo mejorado de maíz (Roque I), la variedad trigo (Urbina) y de frijol la variedad Flor de Junio). La variedad de maíz fue proporcionada por el programa de mejoramiento de maíces criollos del Instituto Tecnológico de Roque y de trigo y frijol fueron donadas por el Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Bajío (CEBAJ), ubicado en Celaya, Guanajuato.

Polvos vegetales

Se evaluaron polvo de ajo (*Allium sativum*), hoja, tallo y cascara, aceite de semilla de higuierilla (*Riccinus communis*) y hoja y tallo de gobernadora (*Larrea trindetata*) por los principios activos de la resina (Cuadro 1).

Para la preparación del polvo vegetal, se colectaron plantas en etapa de floración de hojas jóvenes de higuierilla, tallos y hojas de gobernadora, y para el extracto del ajo se adquirieron bulbos comerciales. Cada una de las partes de las plantas para la extracción de los productos insecticidas fueron lavados con agua corriente para eliminar la posible contaminación presente en ellos, luego se lavaron con agua destilada. Posteriormente se colocaron sobre papel y se protegieron de la luz solar. Siete días después se colocaron en una incubadora de convención por gravedad (Precisión Scientific Modelo J1755-1A), a 60 °C hasta obtener su peso constante. Una vez secas la muestras, se molieron por separado en un molino para café (Braun modelo KSM-2) hasta obtener un polvo fino que fue tamizado en una malla del número 20 con orificios de 0.84 mm de diámetro. Cada extracto se pasó por papel filtro Watman WL No.1 para eliminar residuos de tejido vegetal.

El extracto de aceite de higuierilla, se realizó en semilla previamente colectada, estas se secaron en un horno durante tres días a 200 °C, posteriormente se agregó alcohol etílico al 95% y se dejaron reposar por tres días, dando lavados continuos durante este periodo con agua destilada. Enseguida se procedió a moler la semilla y se colocó en etanol 95% por 72 h, realizando lavados continuos cada 24 h con la misma solución. En seguida posteriormente, se separaron las dos fases líquidas por decantación, se tomó la fase superior y se colocó en tubos Eppendorf y se centrifugo a 400 rpm para finalmente obtener el aceite.

Genetic material

Improved maize seed creole (Roque I), the wheat variety (Urbina) and bean variety Flower June was used. The corn variety was provided by the breeding program landraces Institute of Technology Roque and wheat and beans were donated by the Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP)- Field experimental Bajío (CEBAJ), located in Celaya, Guanajuato.

Vegetable powders

The garlic powder (*Allium sativum*), leaf, stem and cascara, castor seed oil (*Riccinus communis*) and leaf and stem governor (*Larrea trindetata*) for the active ingredients of the resin (Table 1) were evaluated.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos formados por polvos y aceites vegetales y sus combinaciones a dos concentraciones. Roque. Celaya, Guanajuato, México. 2011.

Table 1. Description of treatments consisting powders and vegetable oils and combinations thereof at two concentrations. Roque. Celaya, Guanajuato, Mexico. 2011.

Tratamientos	Descripción	Concentración (%)
T1	Polvo de hoja y tallo (higuierilla)	C ₁
T2	Polvo de hoja y tallo (higuierilla)	C ₂
T3	Cascara de semilla (higuierilla)	C ₁
T4	Cascara de semilla (higuierilla)	C ₂
T5	Aceite de higuierilla	C ₁
T6	Aceite de higuierilla	C ₂
T7	Polvo de hoja y tallo (gobernadora)	C ₁
T8	Polvo de hoja y tallo (gobernadora)	C ₂
T9	Polvo de ajo (polvo)	C ₁
T10	Polvo de ajo (polvo)	C ₂
T11	Testigo	

C₁, concentración de 0.1 g y C₂, concentración 0.2 g.

Para el incremento de la colonia madre de las poblaciones de insectos en estudio, se colocaron 50 adultos de gorgojos de maíz (*Sitophilus zeamais*), 50 gorgojos de trigo (*Sitophilus granarius*) y 50 gorgojos de frijol (*Acanthoscelides obtectus*) en 200 g de muestra de semilla de maíz, trigo y frijol, respectivamente. Después del periodo de oviposición, los adultos fueron removidos y los contenedores de plástico y los frascos de maíz, trigo y frijol fueron mantenidos a una temperatura de 25 ± 3 °C y 67 ± 8 % de humedad relativa. Para la identificación de las especies se usó las claves de Pereira y Massutti, (2001).

Para la realización de los bioensayos, se colocaron 50 insectos de *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus granarius* y *Acanthoscelides obtectus* en 200 g de semilla de maíz, trigo y frijol, respectivamente. La semilla de cada cultivo se colocó en envases cuadrados de plástico de 1000 mL. En todos los tratamientos, polvo de las plantas y de aceites se utilizaron dos concentraciones: 0.1 g y 0.2 g por cada 200 g de semilla de las especies evaluadas (Lannacone *et al.*, 2004). Además se empleó un testigo (sin aplicación de polvos y aceite). Cada unidad experimental estuvo representada por un recipiente, repetida tres veces. El diseño experimental usado fue completamente al azar con arreglo factorial, factor A. los extractos y factor B, las concentraciones, 11 tratamientos y tres repeticiones (Cuadro 1).

La mortalidad se evaluó a las 24, 48 y 144 h después de la infestación, registrando los insectos muertos y vivos. Se consideró insecto muerto, si este al recibir un estímulo de calor mediante una plancha de laboratorio continuaba inmóvil. Los datos obtenidos del conteo de mortalidad se sometieron a transformación para su análisis estadístico.

La evaluación de la calidad fisiológica de las semillas se realizó con la prueba de germinación estándar y la prueba de vigor mediante la velocidad de emergencia evaluada al cuarto día (ISTA, 1995). Para la realización de estas pruebas como sustrato se utilizó papel sanita, se colocaron 50 semillas por tratamiento en tres repeticiones, bajo un diseño completamente al azar. Se hicieron dos conteos; el primero cuatro días después de la siembra para evaluar el vigor, cuantificando el total de plántulas normales germinadas para determinar la velocidad de emergencia. El segundo conteo se realizó a los siete días, en el cual se evaluó el número total de plántulas normales, plántulas anormales, semillas duras y semillas muertas. Ambas variables se transformaron a porcentaje.

For the preparation of coal dust, plants were collected in flowering stage castor oil plant young leaves, stems and leaves of governor, and the extract of garlic bulbs were acquired business. Each of the parts of the plants for the extraction of insecticide products were washed with running water to eliminate possible contamination present in them, then washed with distilled water. Subsequently they were placed on paper and protected from sunlight. Seven days then placed in an incubator convention gravity (Precision Scientific Model J1755-1A), at 60 °C until the constant weight. Once the dry samples were ground separately in a coffee grinder (Braun model KSM-2) to a fine powder which was sieved in a number 20 mesh with holes of 0.84 mm diameter. Each extract was passed through Whatman filter paper WL No.1 to remove residues of plant tissue.

The extract castor oil, was performed on previously collected seed, these were dried in an oven for three days at 200 °C, then ethyl alcohol was added 95% and allowed to stand for three days, giving washings continuous during this period with distilled water. Immediately proceeded to grind the seed and placed in 95% ethanol for 72 h, performing every 24 h continuous washing with the same solution. Immediately thereafter, the two liquid phases were separated by decantation, the upper phase was taken and placed in Eppendorf tubes and centrifuged at 400 rpm to finally obtain the oil.

For increasing the mother colony insect populations under study, 50 adult weevils corn (*Sitophilus zeamais*), 50 weevils (*Sitophilus granarius*) and 50 weevils bean (*Acanthoscelides obtectus*) were placed in 200 g of sample seed corn, wheat and beans, respectively. After oviposition period, adults were removed and the plastic containers and bottles corn, wheat and beans were kept at a temperature of 25 ± 3 °C and 67 ± 8 % relative humidity. For species identification keys used Pereira and Massutti, (2001).

For conducting bioassays, were placed 50 insects of *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus granarius* and *Acanthoscelides obtectus* in 200 g in seed corn, wheat and beans respectively. The seed of each crop was placed in square plastic containers of 1000 mL. In all treatments, powder oils plants and two concentrations were used: 0.1 g and 0.2 g per 200 g of seed species tested (Lannacone *et al.*, 2004). In addition, a control was used (without application of powders and oil). Each experimental unit was represented by a vessel, repeated three times. The experimental design was completely

Para todos los caracteres evaluados se hizo un análisis de varianza usando el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1999) ver. 8.1. La comparación múltiple de medias se realizó de acuerdo a la prueba diferencia mínima significativa (DMS, $p \leq 0.05$ y 0.01).

Resultados y discusión

Para las variables de mortalidad a las 24, 48 y 144 h, vigor y porcentaje de germinación de los extractos evaluados para el control de *Sitophilus zeamais* M. en semillas de maíz, se observó diferencias significativas ($p \leq 0.01$); lo cual significa que al menos un tratamiento es diferente. Los coeficientes de variación oscilan de 9.51 a 17.43%. Por otro lado, para la fuente de variación tratamientos evaluados para control del gorgojo en trigo se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.01$) para la variable mortalidad a las 24, 48 y 144 h, mientras que para el vigor determinado por la velocidad de germinación al 4 día el efecto fue significativo ($p \leq 0.05$) y para el porcentaje de germinación no se observó diferencia. Para este estudio el coeficiente de variación oscilo entre 3.9 a 19.88%. En el ensayo de *Acanthoscelides obtectus* en semillas de frijol, en los tratamientos se observan diferencias significativas ($p \leq 0.01$) para mortalidad en todos los tiempos de evaluación, así como para el vigor de la semilla y para el porcentaje final de germinación. Los coeficientes de variación oscilan de 6.38 hasta 22.89% (Cuadro 2).

En el Cuadro 3, se observa que el mejor tratamiento para control de *Sitophilus zeamais* en semillas de maíz fue el aceite de higuerilla en ambas concentraciones C_2 y C_1 , se controló 100% de la población de este insecto desde el primer muestreo (24 h). Resultados similares reportan Cerna *et al.* (2010), quienes en un estudio similar observaron un control de insectos de almacén en maíz de 92% y 100% a las 92 h con aceite de soya e higuerilla, respectivamente, mientras que en ensayos donde utilizaron extracto de cilantro como bioinsecticida en gorgojos de maíz observaron 25% de mortalidad (Lannacone *et al.*, 2004). Porcentajes inferiores a los observados en este estudio son reportados por Andrews (1989) quien menciona que un tratamiento orgánico fue el que mostró mejor resultado en el control de gorgojo de maíz con *Azadirachta indica* con 2.98% y con el tratamiento químico, utilizando fosforo de aluminio a los 6 meses de almacenamiento mostró mayor efectividad en el control al daño con 1.96%.

randomized factorial arrangement, factor A. extracts and factor B, concentrations, 11 treatments and three replications (Table 1).

The mortality was assessed at 24, 48 and 144 h after infestation, registering the dead and live insects. insect was considered dead if this upon receiving a stimulus of heat through an iron laboratory was still motionless. The data obtained mortality count underwent processing for statistical analysis.

The evaluation of physiological seed quality testing was performed with standard germination test and vigor by emergency speed evaluated on the fourth day (ISTA, 1995). To carry out these tests as sanita paper substrate is used, 50 seeds per treatment were placed in three replications, under a completely randomized design. Two counts were made; the first four days after sowing to evaluate the effect quantifying total normal seedlings germinated to determine emergency speed. The second count was performed at seven days, in which the total number of normal seedlings, abnormal seedlings, hard seeds and dead seeds were evaluated. Both variables were transformed to percentage.

For all characters was evaluated by analysis of variance using the PROC GLM procedure of SAS statistical package (SAS, 1999) see. 8.1. The multiple comparison of means was performed according to the minimum significant difference test (DMS, $p \leq 0.05$ and 0.01).

Results and discussion

For variables of mortality at 24, 48 and 144 h, vigor and germination percentage of the extracts evaluated for control of *Sitophilus zeamais* M. in corn seeds, significant differences ($p \leq 0.01$) was observed; which means that at least one treatment is different. Coefficients of variation range from 9.51 to 17.43%. On the other hand, for the source of variation treatments evaluated for weevil control in wheat significant difference ($p \leq 0.01$) was found for the variable mortality at 24, 48 and 144 h, whereas for the given force by the speed of germination 4 day effect was significant ($p \leq 0.05$) and the percentage of germination no difference was observed. For this study the coefficient of variation ranged between 3.9 to 19.88%. In the trial of *Acanthoscelides obtectus* in bean seeds, treatments significant differences ($p \leq$

Cuadro 2. Cuadrados medios para el porcentaje de mortalidad de los gorgojos *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus granarius* y *Acanthoscelides obtectus*, y calidad de semillas de maíz, trigo y frijol. Roque, Celaya, Guanajuato, México. 2011.
Table 2. Mean squares for the percentage mortality of the weevils *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus granarius* and *Acanthoscelides obtectus*, and quality of seeds of maize, wheat and beans. Roque, Celaya, Guanajuato, Mexico. 2011.

Fuente	GL	24 h	48 h	144 h	Vig (%) ¹	Germ (%) ²
Tratamiento	10					
<i>Sitophilus zeamais</i> + SM		21.36*	21.77*	24.51*	4.92*	7.11*
<i>Sitophilus granarius</i> + ST		22.61**	21.21**	24.76**	3.49*	2.35
<i>Acanthoscelides obtectus</i> + SF		21.07**	22.13**	22.13**	14.09**	4.57**
Repeticiones	2					
<i>Sitophilus zeamais</i> + SM		0.15	0.21*	0.14	2.87	0.07
<i>Sitophilus granarius</i> + ST		1.96	2.95	0.44	1.89	0.31
<i>Acanthoscelides obtectus</i> + SF		0.01	0.01	0.01	2.96	2.52
Error	20					
<i>Sitophilus zeamais</i> + SM		0.47	0.38	0.34	1.69	3.22
<i>Sitophilus granarius</i> + ST		0.36	3.03	0.11	1.62	2.28
<i>Acanthoscelides obtectus</i> + SF		0.37	0.26	0.26	0.75	1.06
CV (%)						
<i>Sitophilus zeamais</i> + SM		9.51	7.96	6.83	21.18	17.43
<i>Sitophilus granarius</i> + ST		7.27	23.33	3.9	19.88	16.53
<i>Acanthoscelides obtectus</i> + SF		7.96	6.38	6.38	22.89	9.16

¹Vigor (%); ²Porcentaje de germinación. SM= semilla de maíz; ST= semilla de trigo y SF= semilla de frijol.

Cuadro 3. Promedio de mortalidad de *Sitophilus zeamais* M., vigor y porcentaje de germinación de semilla de maíz con bioinsecticidas. Roque, Celaya, Guanajuato, México. 2011.

Table 3. Average mortality of *Sitophilus zeamais* M., vigor and germination percentage of seed corn bio-insecticides. Roque, Celaya, Guanajuato, Mexico. 2011.

Tratamientos	C	Mortalidad (%)			Vigor (%)	Germinación (%)
		24 h	48 h	144 h		
Aceite higuera	C ₁	100 a	100 a	100 a	27.35 f	84.1 c
Aceite higuera	C ₂	100 a	100 a	100 a	9.85 h	51.4 d
Hoja y tallo (gobernadora)	C ₂	68.39 b	79.03 b	95.25 b	54.46 a	94.5 b
Hoja y tallo (higuera)	C ₂	67.07 c	71.74 d	87.6 e	34.62 e	98.8 a
Hoja y tallo (higuera)	C ₁	65.25 d	76.73 c	89.68 d	41.99 d	100 a
Hoja y tallo (gobernadora)	C ₁	61.77 e	66.74 e	93.12 c	45.69 e	100 a
Cascara higuera	C ₂	57.76 f	64.64 f	92.54 c	25 g	100 a
Ajo (polvo)	C ₂	55.8 g	61.77 g	82.99 g	56.10 a	100 a
Cascara higuera	C ₁	45.15 h	70.72 d	85.74 f	40.44 d	100 a
Ajo (polvo)	C ₁	34.92 i	50.83 h	75.69 h	48.86 b	100 a
Testigo		0 j	0 i	0 i	48.02 b	100 a
DMS (0.05)		2.04	1.83	1.74	3.84	5.29

C₁, concentración de 0.1 g y C₂, concentración 0.2 g.

El tratamiento de polvo de ajo a la concentración 1 (C_1) en todos los tiempos de exposición fue el que menos muertes de gorgojos ocasionó (34.92, 50.83 y 75.69%, respectivamente). Nuestros resultados coinciden con lo reportado por Issa *et al.* (2011) con extractos de ajo en *Sitophilus* a 96 h de evaluación. Estos resultados indican que a medida que el extracto esta por periodos prolongados en contacto con el gorgojo aumenta la mortalidad del mismo, esto se observa en los otros tratamientos evaluados a medida que transcurre el tiempo de contacto del extracto con el insecto se aumenta la mortalidad. Es importante señalar que los costos en el control de este gorgojo se incrementan con el ajo por ser una planta de gran importancia económica, en contraste con los demás tratamiento, que prácticamente provienen de plantas silvestres donde el agricultor las puede obtener sin costo alguno. Por su parte, Cerna *et al.* (2010) en un estudio con *Sitophilus zeamais* reportaron que el aceite de soya mostró el mejor control al causar mortalidad superior al 92 y 100% a las 192 h de exposición.

Con relación al vigor de la semilla, evaluado al cuarto día (primer conteo) por la velocidad de germinación; se encontró que el tratamiento polvo de ajo a la concentración 0.2 g (C_2) expresó el valor más alto (56.10%), seguido por el tratamiento de hoja y tallo de higuierilla en la misma concentración, con un valor de 54.46%. Estos resultados superan al testigo en el que se observó 48.02%. Por otro lado, los tratamientos de aceite de higuierilla en ambas concentraciones (C_1 y C_2) controlaron 100% del insecto (Cuadro 3), expresaron el menor porcentaje de vigor con valores de 27.35 y 9.85%.

La prueba de germinación estándar no es afectada por la mayoría de los extractos vegetales usados para el control de insectos en semilla almacenada. Aunque es importante indicar que el aceite de higuierilla aplicado a 0.2 g (C_2) disminuyó significativamente el porcentaje de plántulas normales (51.4%). Estos resultados son parcialmente similares a los reportados por Cerna *et al.* (2010) quienes concluyen que el aceite de soya afecta significativamente la germinación a dosis de 2 000 a 10 000 ppm con valores por debajo de 90%. También, Salas (1985) uso aceite de ricino en semilla de maíz, observó baja germinación; del mismo modo, Hall y Harman (1991) reportaron 75% de germinación en semillas de maíz tratadas con aceite de soya. Mientras que Silva-Aguayo *et al.* (2004) encontró que la tierra de diatomea y carbonato de calcio controla hasta 80% a *Sitophilus zeamais* y el porcentaje de germinación no fue afectado. En otras investigaciones se han identificado

0.01) for mortality was observed in all evaluation times and for the vigor of the seed and the final percentage of germination. Variation coefficients ranging from 6.38 to 22.89% (Table 2).

In the Table 3, shows that the best treatment to control *Sitophilus zeamais* in corn seed was castor oil in both concentrations C_2 and C_1 , 100% of the population of this insect was monitored from the first sampling (24 h). Similar results reported Cerna *et al.* (2010), who in a similar study found an insect control store corn 92% and 100% at 92 h with soybean oil and castor, respectively, whereas in trials where they used extract cilantro as biopesticide in weevils corn 25% observed mortality (Lannacone *et al.*, 2004). lower than those observed in this study percentages are reported by Andrews (1989) who mentions that an organic treatment was showed better result in controlling maize weevil with *Azadirachta indica* with 2.98% and with chemical treatment, using aluminum phosphide 6 months storage showed more effective damage control to 1.96%.

Treatment garlic powder concentration 1 (C_1) at all exposure times was the least deaths caused weevil (34.92, 50.83 and 75.69%, respectively). Our results agree with those reported by Issa *et al.* (2011) with garlic extracts *Sitophilus* 96 h assessment. These results indicate that as the extract this for long periods contact weevil mortality increases thereof, this is observed in the other treatments evaluated as time elapses contacting the extract with insect mortality increases. It is important to note that the costs in control of this weevil increase with garlic for being a plant of great economic importance, in contrast to other treatment, which virtually come from wild plants where the farmer can obtain them free of charge. Meanwhile, Cerna *et al.* (2010) in a study of *Sitophilus zeamais* reported that soybean oil showed the best control by causing higher mortality at 92 and 100% at 192 h of exposure.

With regard to seed vigor, evaluated on the fourth day (first count) by the rate of germination; It found that garlic powder treatment concentration 0.2 g (C_2) expressed the highest value (56.10%), followed by treating leaf and stem castor at the same concentration, with a value of 54.46%. These results exceed the witness in which 48.02% was observed. On the other hand, castor oil treatments in both concentrations (C_1 and C_2) controlled 100% of the insect (Table 3) expressed the lowest percentage of force with values of 27.35 and 9.85%.

The standard germination test is not affected by most of plant extracts used for insect control in stored seed. Although it is important to indicate that the castor oil applied to 0.2 g (C_2)

diferentes compuestos que cumplen con la definición de metabolito secundario y que revelan la actividad reguladora o estimuladora del crecimiento de la planta, entre estos están el ácido abscísico, esteroides, cucurbitacinas y juglona naftaquinona (Schnabl *et al.*, 2001). En este tópico, Macías *et al.* (2005) confirmaron que las lactonas sesquiterpenos, presentes en estrigolactonas, son inductoras específicas de la germinación de *Orobanche cumana* Wallr.

En el Cuadro 4, se muestra que el mejor tratamiento para el control de gorgojo del trigo fue el aceite de higuierilla en ambas concentraciones, ocasionando la muerte de 100% de *Sitophilus granarius* desde el primer muestreo (24 h), estos resultados superan a los reportados por Arango *et al.* (2008) quienes en un estudio con extractos de *Verbena officinalis* a concentraciones de 0.16% reportaron una mortalidad de *Sitophilus granarius* de 50%, del mismo modo, en un estudio para el control de plagas del follaje de tomate confirma que la higuierilla a una concentración de 50% presentó una mortandad 81% de mosquita blanca (Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2008). En todos los tratamientos a la concentración de 0.2 g (C₂) se observó la mayor mortalidad en comparación con la concentración de 0.1 g (C₁) en los tres momentos de exposición extracto-gorgojo.

significantly decreased the percentage of normal seedlings (51.4%). These results are partly similar to those reported by Cerna *et al.* (2010) who conclude that soybean oil significantly affect germination at doses of 2 000 to 10 000 ppm with values below 90%. Also, Salas (1985) castor oil use in maize seed, observed low germination; similarly, Hall and Harman (1991) reported 75% germination in maize seeds treated with soybean oil. While Silva-Aguayo *et al.* (2004) found that diatomaceous earth and calcium carbonate control up to 80% to *Sitophilus zeamais* and the percentage of germination was not affected. In other research has identified different compounds that meet the definition of secondary metabolite and revealing regulatory activity or stimulatory growth of the plant, among these are the abscisic acid, sterols, cucurbitacins and naphthoquinone juglone (Schnabl *et al.*, 2001). In this topic, Macías *et al.* (2005) confirmed that the sesquiterpene lactones present in strigolactones are specific inducers of *Orobanche cumana* Wallr germination.

In the Table 4, shows that the best treatment for controlling weevil wheat was castor oil in both concentrations, killing 100% of wheat weevil from the first sampling (24 h), these results outperform reported by Arango *et al.* (2008) who

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de *Sitophilus granarius* L. y su relación con la calidad de la semilla de trigo. Roque, Celaya, Guanajuato, México, 2011.

Table 4. Percentage of mortality of *Sitophilus granarius* L. and its relationship with quality of wheat seed. Roque, Celaya, Guanajuato, Mexico, 2011.

Tratamientos	C	Mortalidad (%)			Vigor (%)	Germinación (%)
		24 h	48 h	144 h		
Aceite higuierilla	C ₁	100 a	100 a	100 a	31.13 g	78.32 d
Aceite higuierilla	C ₂	100 a	100 a	100 a	25.1 h	58.98 f
Hoja y tallo (gobernadora)	C ₂	82.26 b	83.49 c	85.56 h	54.02 c	82.99 c
Hoja y tallo (higuierilla)	C ₂	79.56 c	85.69 c	94.47 b	35.28 f	84.27 bc
Hoja y tallo (higuierilla)	C ₁	78.85 c	69.22 d	88.54 g	44.08 d	100 a
Hoja y tallo (gobernadora)	C ₁	78.85 c	85.5 c	89.68 f	52.41 c	85.93 b
Cascara higuierilla	C ₂	78.67 c	85.93 c	90.44 e	60.68 a	100 a
Polvo de Ajo	C ₂	77.08 d	84.33 c	86.11 h	29.62 g	76.91 d
Cascara higuierilla	C ₁	74.3 e	86.4 c	92.35 d	41.21 e	73.27 e
Polvo de Ajo	C ₁	72.76 f	89.88 b	93.12 c	56.85 b	100 a
Testigo		0 g	0 e	0 i	41.86 e	100 a
DMS (0.05)		1.77	5.14	1	3.75	4.45

C₁, concentración de 0.1 g y C₂, concentración 0.2g.

El tratamiento de polvo de ajo a 0.1 g (C₁) fue el menos eficiente para el control de gorgojo en semilla de trigo en todos los tiempos de exposición (24, 48 y 144 h). No obstante, cuando se usó la concentración al doble del ingrediente activo (C₂), la cantidad de gorgojos muertos aumento con el tiempo de exposición. Cabe señalar, que la cantidad de gorgojos muertos aumento con el tiempo y la mayor concentración con todos los extractos; esto significa, que existe una probabilidad alta, que aquellos extractos que no alcanzaron 100% de control a las 144 h, lo logren a más tiempo de contacto con el gorgojo. Al respecto, Guillen-Sánchez *et al.* (2001) sugieren tiempos de exposición de 24 y 48 h para lograr al menos 50% de insectos muertos. Sin embargo, un índice de mortalidad mayor al 50% es aceptable y define el umbral de respuesta (Lagunes y Rodríguez, 1989), por lo tanto, estos tratamientos son aceptables para controlar plagas de almacén.

Con respecto al vigor de la semilla, se encontró que el tratamiento compuesto por hojas y tallos de gobernadora (C₁ y C₂), cáscara de higuierilla (C₁ y C₂) y ajo en la C₁, superan al testigo (41.86%) en la variable de plántulas normales al primer conteo. Por lo cual, estos extractos vegetales pueden ser considerados como estimuladores del vigor de la semilla de trigo.

Para la prueba de germinación estándar se encontró que el aceite de higuierilla aplicado a la semilla a la C₂ reduce el porcentaje de germinación en 41% con respecto al testigo. Por otro lado, los extractos vegetales compuestos por cascara de higuierilla en la C₂, hoja y tallo de higuierilla en la C₁ y polvo de ajo en la C₁ presentaron 100% de plántulas normales germinadas. Al respecto, se ha probado que existen metabolitos secundarios que además del biocontrol de insectos, también pueden mostrar actividad bioestimuladora en la misma planta (en el vigor y germinación). Por ejemplo, las fitohormonas brasinoesteroides aumentan el rendimiento y la eficiencia del cultivo y el vigor de la semilla (Mandava, 1988).

El Cuadro 5 muestra la prueba de comparación de medias para los tratamientos compuestos por los extractos vegetales para el control del gorgojo de semilla de frijol. El mejor tratamiento para controlar *Acanthoscelides obtectus* fue el aceite de higuierilla en ambas concentraciones (C₁ y C₂); controlando 100% de la población de insectos desde el primer muestreo realizado a las 24 h. Resultados similares encontraron Javanovic *et al.* (2007) con extracto de *Urtica dioica* o que controló 100% de este gorgojo. Del mismo modo, (Salas, 1985) reportó una mortalidad del 100% de

in a study extracts *Verbena officinalis* at concentrations of 0.16% reported a mortality of wheat weevil 50%, similarly, in a study to control pests on the foliage of tomato confirms that the castor at a concentration 50% presented a 81% mortality of whitefly (Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2008). In all treatments at 0.2 g concentration (C₂) the highest mortality was observed compared with the concentration of 0.1 g (C₁) at the three extract-weevil exposure.

Treatment garlic powder 0.1 g (C₁) was the least efficient to control weevils in wheat seed in all exposure times (24, 48 and 144 h). However, when the concentration twice the active ingredient (C₂) was used, the amount of dead weevils increase with exposure time. It is noteworthy that the number of dead weevils increase over time and the largest concentration with all extracts; this means that there is a high probability that those extracts that did not reach 100% control at 144 h, achieve more contact time with weevils. In this regard, Guillen-Sanchez *et al.* (2001) suggest exposure times of 24 and 48 h to achieve at least 50% of dead insects. However, a higher mortality rate at 50% is acceptable and defines the response threshold (Lagunes and Rodríguez, 1989) therefore, these treatments are acceptable for controlling storage pests.

With regard to seed vigor, it was found that the treatment consisting of leaves and stems of governor (C₁ and C₂), shell castor oil plant (C₁ and C₂) and garlic in C₁, exceed the control (41.86%) in the variable first count to normal plantlets. Therefore, these plant extracts can be considered as stimulators of the vigor of wheat seed.

For standard germination test it found that castor oil applied to the seed to C₂ reduces the percentage of germination by 41% compared with the control. On the other hand, plant extracts composed peel castor oil plant in C₂, leaf and stem castor in C₁ and garlic powder in C₁ showed 100% normal germinated seedlings. In this regard, it has proven that there are secondary metabolites that besides insect biocontrol, can also show biostimulator activity in the same plant (in the vigor and germination). For example, plant hormones brassinosteroids increase performance and efficiency cultivation and seed vigor (Mandava, 1988).

In the Table 5, shows the comparison of means test for treatments composed of plant extracts for control of bean seed weevil. The best treatment to control *Acanthoscelides obtectus* was castor oil in both concentrations (C₁ and C₂);

Sitophilus oryzae con una dosis de aceite de ricino de 10 000 ppm. Por otro lado, Okonkwo y Okoye (1992) reportaron una mortalidad 100% de *Callosobruchus maculatus* con 10 000 ppm de aceite de ricino. Resultados que coinciden con los del presente trabajo en las dos concentraciones de aceite de higuierilla. El tratamiento de hoja y tallo gobernadora a la C₁ presentó el menor número de gorgojos muertos en todos los muestreos realizados (55.8 hasta 66.42%).

controlling 100% of the insect population from the first sampling at 24 h. Similar results were found Javanovic *et al.* (2007) with *Urtica dioica* extract or controlled 100% of this weevil. Similarly, (Salas, 1985) reported a 100% mortality of *Sitophilus oryzae* of a dose of castor oil 10 000 ppm. Furthermore, Okonkwo and Okoye (1992) reported a 100% mortality of *Callosobruchus maculatus* with 10 000 ppm castor oil. Matching results of this work at the two

Cuadro 5. Respuesta de los bioinsecticidas en el control de *Acanthoscelides obtectus* Say y su relación con la calidad de semilla de frijol. Roque, Celaya, Guanajuato, México. 2011.

Table 5. Response of bio-insecticides to control of *Acanthoscelides obtectus* Say and its relationship to quality bean seed. Roque, Celaya, Guanajuato, Mexico. 2011.

Tratamientos	C	Mortalidad (%)			Vigor (%)	Germinación (%)
		24 h	48 h	144 h		
Aceite higuierilla	C ₁	100 a	100 a	100 a	0 h	74.13 c
Aceite higuierilla	C ₂	100 a	100 a	100 a	1.25 h	97.21 b
Hoja y tallo (governadora)	C ₂	68.22 c	79.74 g	79.74 b	4.62 g	100 a
Hoja y tallo (higuierilla)	C ₂	67.89 c	78.85 b	78.85 c	44.48 a	100 a
Hoja y tallo (higuierilla)	C ₁	69.38 b	76.73 c	76.73 d	9.92 e	100 a
Hoja y tallo (governadora)	C ₁	63.2 d	79.03 b	79.03 bc	16.97 d	100 a
Cascara higuierilla	C ₂	61.77 e	68.39 e	68.39 f	21.9 c	100 a
Polvo de Ajo	C ₂	60.68f	67.56 e	67.56 f	21.25 c	100 a
Cascara higuierilla	C ₁	59.13 g	71.57 d	71.57 e	43.95 a	100 a
Polvo de Ajo	C ₁	55.8 h	66.42 f	66.42 g	7.67 f	100 a
Testigo		0 i	0 h	0 h	33.98 b	100 a
DMS (0.05)		1.8	1.51	1.51	2.56	3.04

C₁, concentración de 0.1 g y C₂, concentración 0.2 g.

Para la variable vigor de la semilla se encontró que los tratamientos de hoja y tallo de higuierilla a 0.2 g (C₂) y cascara de higuierilla a 0.1 g (C₁) fueron los que presentaron la mejor respuesta a esta variable, presentando los valores más altos de plántulas normales al primer conteo (44.48 y 43.95%). Estos tratamientos superan el valor originado por el testigo (33.98%). Lo contrario ocurrió con el aceite de higuierilla en ambas concentraciones, ya que este tratamiento afectó drásticamente la formación de plántulas normales durante el primer conteo, el cual fue considerado como una prueba de vigor de semilla (Cuadro 5)

Por último, en la prueba de comparación de medias para el porcentaje de germinación se puede observar que todos los tratamientos presentaron valores de germinación superiores a 97%, a excepción del tratamiento de aceite de higuierilla a la C₂ que disminuyó en 25.87% la germinación. Al respecto, Hernández *et al.* (2006) reportaron que semillas tratadas con diferentes aceites vegetales se disminuye la germinación

concentrations of castor oil. Treatment of leaf and stem the C₁ governor had the lowest number of dead weevils in all samples made (55.8 to 66.42%).

For the variable seed vigor it found that treatments leaf and stem castor 0.2 g (C₂) and peel castor oil plant to 0.1 g (C₁) were those with the best answer to this variable, presenting the highest values normal seedlings to the first count (44.48 and 43.95%). These treatments exceed that caused by the control (33.98%) value. The opposite occurred with castor oil in both concentrations, as this treatment drastically affected the formation of normal seedlings during the first count, which was considered a seed vigor test (Table 5).

Finally, in the comparison test averages for the percentage of germination it can be observed that all treatments had values higher germination to 97%, except for the treatment of castor oil to the C₂ which decreased by 25.87% germination. In this regard, Hernández *et al.* (2006) reported that seeds

y hay una reducción hasta 50% en la altura de plántula, el peso fresco y seco de plántula se reduce de 35 a 45 %. Por otro lado, Babu *et al.* (1989) reportan 75% de germinación en semillas de frijol tratadas con aceite de ricino (Cuadro 5).

Conclusiones

Los tres bioinsecticidas a las dos concentraciones mostraron control para *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus granarius* y el picudo del maíz *Sitophilus zeamais* por arriba de 50% del índice de mortalidad que se considera aceptable y define el umbral de respuesta.

El aceite de higuerilla evaluado en el primer muestreo realizado a las 24 h mostró 100% de gorgojos muertos con las dos concentraciones para las tres especies, maíz, frijol y trigo. La mortalidad más baja a 24, 48 y 144 h fue para el tratamiento compuesto por polvo de ajo para *Sitophilus zeamais* y *Sitophilus granarius*. En el caso de *Acanthoscelides obtectus*, a excepción del aceite de ricino, tanto la gobernadora, el ajo, y la higuerilla (tallo, hoja y cascara de semilla) a las C₁ y C₂, el control fue menor a las 144 h con valores que oscila de 66.42 a 79.74%.

La calidad fisiológica de la semilla fue más afectada por el tratamiento de aceite de ricino, y el daño fue mayor en la semilla de maíz y trigo, reduciendo la germinación hasta 41.4 y 48.98%, respectivamente. Este mismo tratamiento muestra el mayor efecto negativo en el vigor de la semilla de las tres especies, aunque el efecto fue más severo en la semilla de frijol.

Literatura citada

- Andrews, Q. J. R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 623 p.
- Arango, G. G. y Vásquez, V. M. C. 2008. Efecto tóxico de Verbena officinalis (familia verbenaceae) en *Sitophilus granarius* (Coleoptera: curculionidae). Rev. Lasallista Invest. 5(2):74-82
- Babu, T. R.; V. S. Reddy and S. H. Hussaini. 1989. Effect of edible and non-edible oils on the development of the pulse beetle (*Callosobruchus chinensis* L.) and on viability and yield of mungbean (*Vigna radiata* Wilczek). Tropical Sci. 29:215-220.
- Carrillo, R. J. C.; Vázquez, O. R.; Ríos A. D.; Jerez, S. M. P. y Villegas, A. Y. 2008. Extractos vegetales para el control de plagas del follaje del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Oaxaca, México. VIII Congreso Científico de SEAE. "Agricultura y Alimentación Ecológica". Bullas, Murcia, España. 11 p.

treated with different vegetable oils germination decreases and there is a 50% reduction to the seedling height, fresh and dry seedling weight is reduced from 35 to 45%. Furthermore, Babu *et al.* (1989) reported 75% germination of bean seeds treated with castor oil (Table 5).

Conclusions

The three bio-insecticides to control two concentrations showed *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus granarius* and maize weevil *Sitophilus zeamais* above 50% mortality rate is considered acceptable and defines the response threshold.

The castor oil assessed in the first sampling at 24 h showed 100% dead weevils with the two concentrations for the three species, corn, beans and wheat. The lowest mortality at 24, 48 and 144 h treatment was composed of garlic powder *Sitophilus zeamais* and *Sitophilus granarius*. For *Acanthoscelides obtectus*, except castor oil, both the governor, garlic, and castor (stem, leaf and seed hulls) C₁ and C₂, control was less than 144 h with values ranges from 66.42 to 79.74%.

The physiological seed quality was more affected by treatment of castor oil, and the damage was greater in the seed corn and wheat, reducing germination to 41.4 and 48.98%, respectively. This treatment shows the highest negative effect on seed vigor of the three species, although the effect was more severe in bean seed.

End of the English version



- Cerna C. E.; Guevara, L. A.; Landeros, J. F.; Mohammad, H.; Badii-Zabeth, Ochoa, Y. M. F. y Olalde, V. P. 2010. Evaluación de aceites y extractos vegetales para el control de *Sitophilus zeamais* y su efecto en la calidad de semilla de maíz. Rev. FCA UNCuyo. 42(1):135-145.
- Delouche, J. C. 2002. Germinación, deterioro y vigor de semillas. Seed News (6): 6.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2010. <http://www.fao.org>.
- Guillen, S. D.; Villanueva, J. J. A. y Villanueva, B. J. 2001. Formulación, superficie tratada y efectividad residual de clorpirifós en cucaracha alemana de Veracruz, México. Agrociencia 35:99-108.
- Hall, J. S. and Harman, G. E. 1991. Efficacy of oil treatments of legumes seeds for control of *Aspergillus* and *Zabrotes*. Crop Protec. 10:315-319.

- Hernández G. J. A. y Carballo, A. C. 2014. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. <http://www.sagarpa.org.mx>.
- Hernández, C. G.; Facio, P. F.; Guerrero, E. y Vázquez, M. 2006. Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky por productos naturales en semillas de maíz. *In: Entomología Mexicana*. (Ed.). Estrada, E.; Romero, J.; Equihua, A.; Luna, C. y Acevedo, A. 1003-1005 pp.
- INEGI. 2012. <http://www.inegi.org.mx>.
- Issa, U. S.; Afun, J. V.; Mochiah, M. B.; Owusu, A. M. and Braimah, H. 2011. Effect of some local botanical materials for the uppression of weevil populations. *Inter. J. Plant, Animal Environ. Sci.* (3):270.
- ISTA. Handbook of vigour test methods. 3. Ed. Zürich. 117 p.
- Jovanovic, Z.; Kostic, M. and Popovic, Z. 2007. Grain-protective of herbal extracts against the vean weevil *Acanthocelides obtectus* Say. *Industrial Crops and Products*. 26:100-104.
- Lagunes, A. y Rodríguez, C. H. 1989. Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 150 p.
- Lannacone, J. y Lamas, G. 2003a. Plantas biocidas usadas en el control de la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Rev. Per. Ent.* 43:79-87.
- Lannacone, J. y Reyes, M. 2001. Efecto de la rotenona y neem sobre *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) y *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) plagas del tomate en el Perú. *Agronomía Trop.* 51:65-79.
- Lannacone, J.; Ayala, H.; Álvarez, J.; Leyva, O. y Bajalque, E. 2004. Cuatro plantas biocidas sobre *Sitophilus zeamais* y *Stegobium paniceum* en el Perú Wiñay Yachay. 8:16-27.
- Macías, F. A.; García, D. M. D.; Carrera, A. P.; de Luque, C.; Rubiales, D. and Galindo, C. G. 2005. Synthetic studies on germination stimulants of *Orobancha* species. *In: 4th. World Congress on Allelophy*. Charles Sturt University in Wagga Wagga, NSW, Australia. August 21-26. 2752 p.
- Mandava, N. B. 1988. Plant growth promoting brassinoosteroids. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 39: 23-52.
- Moreno, M. E. 1992. La humedad, su medición e importancia en la conservación de los granos y semillas. *In: Memorias del Curso Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas*. Programa Universitario de Alimentos. Del 23 al 27 de noviembre de 1992. Instituto de Biología. Ciudad Universitaria. UNAM. México. 1-34 pp.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª (Ed.). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 249-251 pp.
- Odindo, O. A. 2007. Cowpea seed quality in response to production site and water stress (en línea). PhD. Thesis. Ohio State University.
- Okonkwo, E. U. and Okoye, W. I. 1992. The control of *Callosobruchus maculatus* (F.) in stored cowpea with dried ground *Ricinus communis* (L.) leaves in Nigeria. *Tropical Pest Management*. 38(3):237-238.
- Pereira, P. R. y Massutti, L. 2001. Chaves para a identificaco principais Coleptera (Insecta) asociados com productos armazenados. *Rev. Bras. Zoo.* 18:271-283
- Ramírez, M.; Zurbia, F. M. y Díaz, A. L. 1993. Ecología del almacenamiento y el combate de insectos: Control físico y biológico en insectos de granos y semillas almacenados. *In: insectos de granos almacenados: biología, daños, detección y combate*. INIFAP-CIRCE-CEBAJ. México. Libro Técnico Núm. 1:110-146.
- Rodríguez, C. 2000. Plantas contra plagas. RAPAM. Texcoco. México. 133 p.
- Salas, J. 1985. Protección de semillas de maíz (*Zea mays*) contra el ataque de *Sitophilus oryzae* a través del uso de aceites vegetales. *Agronomía Tropical*. 35:(4-6):13-18.
- SAS Institute. 1999. SAS/STAT User's Guide: GLM VARCOMP. 6.04. Fourth ed. Cary, NC, USA. 359 p.
- Schnabl, H.; Roth, U. and Friebe, A. 2001. Brassinoosteroid induced stress tolerance of plants. *Phytochemistry* 5:169-183
- Seigler, D. S. 1998. Plant secondary metabolism. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA. 367-398 pp.
- Silva, A. G.; González, G. P.; Hepp, G. R. y Casals, B. P. 2004. Control de *Sitophilus zea mais* Motschulsky con polvos inertes. *Agrociencia*. 38(5):529-536.