

Comunicación corta

Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvo de mármol en granos de maíz almacenadosControl of *Sitophilus zeamais* Motschulsky with marble powder in stored corn grains

Yandy Rodríguez-Ledesma¹, Raúl Mirabal-García², Claribel Suárez-Pérez³, Marcos Tulio García-González³, Anayansi Albert-Rodríguez³ e Idelfonso Orrantia-Cárdenas³

¹ Centro Universitario Fomento, Universidad de Sancti Spiritus José Martí Pérez Máximo Gómez #103, CP 62500, Fomento, Sancti Spiritus, Cuba

² Estación de Protección de Plantas (EPP), Fomento, Sancti Spiritus, Cuba

³ Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sancti Spiritus José Martí Pérez, Sancti Spiritus, Cuba

Correo electrónico: yledesma@uniss.edu.cu

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar, en condiciones de laboratorio, la efectividad del polvo inerte de piedras de mármol blanco como plaguicida mineral en el control de *Sitophilus zeamais*, en granos de maíz (de la variedad Tusón) almacenados para su uso como alimento animal. En los experimentos (efecto antinsecto, pérdida de peso de los granos y efecto repelente del polvo de mármol) se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos, tres dosis de polvo (0,46; 0,81 y 1,74 g) y un control (sin polvo), con 12 réplicas cada uno; y en el caso de los datos de los dos primeros experimentos se les realizó análisis de varianza. Las tres dosis probadas del polvo inerte de mármol blanco ejercieron un efecto antinsecto sobre *S. zeamais*, pues le ocasionaron un porcentaje de mortalidad superior al 70 % al cuarto día de aplicación, y se alcanzó el 100 % al sexto día. La mayor dosis (1,74 g) propició que no hubiera pérdida de peso de los granos por afectación del coleóptero, y, además, se corroboró su efecto repelente. Por tanto, este estudio inicial puede ser el punto de partida para confirmar las potencialidades del polvo de mármol para su empleo en el manejo fitosanitario de dicho insecto en los almacenes de granos (sobre todo de maíz) u otras instalaciones destinadas a la conservación de alimentos para los animales.

Palabras clave: *Zea mays*, plagas de productos almacenados, repelentes.

Abstract

The objective of this research was to evaluate, under laboratory conditions, the effectiveness of the inert white marble powder as mineral pesticide in the control of *Sitophilus zeamais*, in corn grains (Tusón variety) stored to be used as feedstuffs. In the experiments (anti-insect effect, weight loss of the grains and repellent effect of the marble powder) a completely randomized design was used, with four treatments, three doses of powder (0,46; 0,81 and 1,74 g) and a control (without powder), with 12 replicas each; and in the case of the data from the first two experiments variance analysis was applied. The three tested doses of the inert white marble powder exerted an anti-insect effect on *S. zeamais*, because they caused it a mortality percentage higher than 70 % on the fourth day after application, and 100 % was reached on the sixth day. The highest dose (1,74 g) propitiated that there was no weight loss of the grains due to affectation caused by the coleopteran, and, in addition, its repellent effect was corroborated. Thus, this initial study can be a starting point to confirm the potentialities of marble powder for its use in the management of such insect in grain (especially corn) storehouses or other facilities aimed at the preservation of feedstuffs.

Keywords: *Zea mays*, pests of stored products, repellents.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo fundamental para el sustento de diversos pueblos de América Central, aunque su importancia también radica en que se destina a la crianza y la producción animal como base forrajera y de concentrados comerciales y artesanales (Jovel-López, 2012).

Para el campesino cubano resulta de gran valor, pues este ha tenido que recurrir a diferentes alternativas

para garantizar la dieta de los animales en el período poco lluvioso, entre ellas el almacenamiento de grandes volúmenes de granos de maíz (ONE, 2013); y, a su vez, enfrentar uno de los problemas de esta práctica: los insectos dañinos.

Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) se considera el insecto más importante de las plagas poscosecha del maíz (Almeida *et al.*, 2014), el cual se estima que en México puede

causar mermas del 4 al 25 % de sus granos, según informan Ortiz-Rosales *et al.* (2015); mientras que en Cuba las pérdidas son superiores al 10 % durante la producción del maíz y del 10 al 20 % después de la cosecha, durante el almacenamiento de los granos (Feitó-Cespón *et al.*, 2015).

En los últimos años, tanto en el contexto internacional como en el nacional, con vista a disminuir las pérdidas en los granos almacenados de maíz que son ocasionadas por varios coleópteros plagas del género *Sitophilus* y otros, se han realizado investigaciones para su control con el uso de insecticidas naturales y minerales tales como tierra diatomeas y las zeolitas; con estos bioproductos la mortalidad alcanzó entre 30 y 85 %, y 96,09 %, respectivamente.

Sin embargo, en la revisión de la literatura no se encontró información (a nivel internacional ni nacional) acerca del uso del polvo inerte de mármol blanco como plaguicida mineral o conservante de los granos almacenados de maíz. Por tanto, para este estudio se tuvieron en consideración las experiencias relacionadas con el control de las poblaciones de gorgojos y otros coleópteros que afectan las semillas durante el almacenamiento (tanto a nivel mundial como en Cuba) con otros polvos inertes que poseen características y componentes semejantes a los mencionados anteriormente.

De ahí que el objetivo del estudio fuera evaluar, en condiciones de laboratorio, la efectividad del polvo inerte de piedras de mármol blanco como plaguicida mineral, para el control de *S. zeamais* en granos de maíz almacenados para la alimentación animal.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en condiciones controladas, en el laboratorio de biología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Sancti Spiritus, Cuba, y en las instalaciones del laboratorio provincial de sanidad vegetal (LAPROSAV) de Sancti Spiritus.

El polvo inerte de piedras de mármol blanco se recolectó en el tercer decantador de desechos, en el cortabloques que se localiza en el municipio Fomento (provincia Sancti Spiritus), perteneciente a la empresa Mármol Centro (MC) de la provincia Villa Clara (Cuba). La caracterización físico-química del compuesto se hizo en los laboratorios de la Empresa Geomina del Centro, ubicada también en Villa Clara.

Procedencia de los granos. Se utilizaron granos de *Z. mays* L. var. Tusón, incluida en la lista oficial de

variedades comerciales del país (MINAG, 2016), los cuales se almacenaron al ambiente en sacos tejidos de polipropileno, durante 7,5 meses, en almacenes de la cooperativa de créditos y servicios Abel Santamaría del municipio Fomento. Los granos se examinaron en el LAPROSAV, a través de un microscopio estereoscópico marca Olympus SZ51, para su selección previa, teniendo en cuenta que estuvieran libres de afectaciones por insectos o microorganismos (en específico de sus lesiones y sus síntomas, respectivamente) o de cualquier daño físico o mecánico.

Insecto con el que se infestaron los granos

La confirmación de la especie insectil que se utilizaría en los experimentos, en este caso *S. zeamais* Motschulsky (de la cual se recolectaron adultos en granos infestados de maíz de la var. Tusón), se realizó en un microscopio estereoscópico marca Olympus SZ51 con aumento de 50x, en el LAPROSAV, basado en claves taxonómicas y en la consulta de las descripciones morfológicas de este insecto publicadas por Athié y Paula (2002) y Bergvinson *et al.* (2007).

En dicho laboratorio también se realizó la cría, en condiciones controladas (específicamente a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, humedad relativa de $70 \pm 5\%$ y fotoperiodos de 12 h luz y 12 h oscuridad), de la población de *S. zeamais* seleccionada para los experimentos, hasta obtener la primera generación filial.

Diseño experimental y tratamientos. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos, tres dosis de polvo de mármol blanco (0,46; 0,81 y 1,74 g) y un control (sin polvo), con 12 réplicas cada uno.

Procedimiento experimental

Evaluación del efecto antinsecto del polvo inerte de mármol blanco e influencia sobre el peso de los granos ante la afectación por *S. zeamais*

La metodología que se adoptó para evaluar el efecto antinsecto fue la propuesta por Lagunes y Rodríguez (1989), ya que se emplea para polvos inertes similares al del mármol (en cuanto a su composición química y características físicas), entre los que se pueden citar: la cal (Bustos-Figueroa *et al.*, 2009); así como el caolín, el talco, la tiza, el carbonato de calcio, la tierra de diatomeas y la ceniza de carbón (Silva-Aguayo *et al.*, 2004).

En cada réplica se utilizó un frasco plástico estéril de 285 g (con tapa perforada que permitiera

la aireación, pero no el escape de los insectos), al que se le añadió 105 g de granos de maíz y las dosis de polvo de mármol blanco, para después mezclar con agitación hasta que todos los granos se cubrieran con el polvo de manera uniforme, y a continuación se le incorporaron ocho parejas de adultos de *S. zeamais*, con no más de siete días de emergidas.

A partir de las 12 h de la infestación, y después cada 24 h hasta la inexistencia de insectos vivos, con vista a conocer el tiempo en que el polvo de mármol blanco causaba el efecto letal a los insectos, se contabilizaron los muertos. Para el cálculo de la mortalidad corregida se utilizó la fórmula de Abbott (1925).

$$\text{Mortalidad corregida} = \frac{\text{Mortalidad tratamiento} - \text{Mortalidad control}}{100 - \text{Mortalidad control}} \times 100$$

El porcentaje de pérdida de peso de los granos se cuantificó a los 55 días a partir de la infestación, y para su cálculo se utilizó la fórmula propuesta por Adams y Schulten (1978).

$$Pp = \left(\frac{Ngl}{Ntg} \times 100 \right) \times C$$

Donde:

Pp: pérdida de peso (%).

Ngl: número de granos lesionados.

Ntg: número total de granos.

C: constante; 0,125 si el maíz es almacenado como grano suelto.

Determinación del efecto repelente del polvo inerte de mármol sobre el comportamiento de *S. zeamais*

La metodología que se adoptó para la determinación de la repelencia fue la propuesta por Mazzonetto (2002). Se utilizaron seis cajas plásticas circulares (5 cm de diámetro y 8,5 cm de altura) y una caja central (7,5 cm de diámetro y 8,5 cm de

altura) que se conectó con las demás a través de tubos plásticos (0,8 mm de diámetro y 7 cm de longitud) diagonalmente opuestos entre sí (fig. 1a). La dosis de polvo de mármol blanco que se empleó en este experimento fue la que causó mayor porcentaje de mortalidad a *S. zeamais* en la prueba del efecto antinsecto, y a su vez la que produjo menor pérdida de peso de los granos durante esa determinación.

Los tratamientos con el polvo inerte y el testigo se distribuyeron en cajas simétricamente opuestas. En el recipiente central se liberaron 60 adultos sin sexar y, después de transcurridas 24 horas, se contabilizó el número de insectos en cada recipiente. Se hicieron seis réplicas, con 10 insectos en cada caso, y se cambió el número de cajas plásticas periféricas para crear diferentes condiciones que permitieran comprobar de manera acertada la migración (alejamiento) o la atracción de los insectos ante la presencia del polvo de mármol blanco (figs. 1b y 1c).

Para determinar el índice de repelencia se utilizó la fórmula indicada por Mazzonetto (2002).

$$IR = \frac{2G}{(G + P)}$$

Donde:

IR: índice de repelencia.

G: porcentaje de insectos en el tratamiento.

P: porcentaje de insectos en el control.

Con los datos resultantes del cálculo de este índice se corroboró si el polvo mineral que se probó era neutro (IR = 1), atrayente (IR > 1) o repelente (IR < 1).

Análisis estadístico. Los datos porcentuales obtenidos tanto del cálculo de la mortalidad corregida por el efecto antinsecto del polvo de mármol blanco, como del de la pérdida de peso de los granos con el uso de este polvo para su protección, se transformaron mediante $\arcsen(\sqrt{x/100})$; y a ambos grupos de valores numéricos se les realizó análisis de varianza con el paquete estadístico Statgraphics versión 5.0 para Windows®, con la diferencia de que la comparación de las medias en los primeros

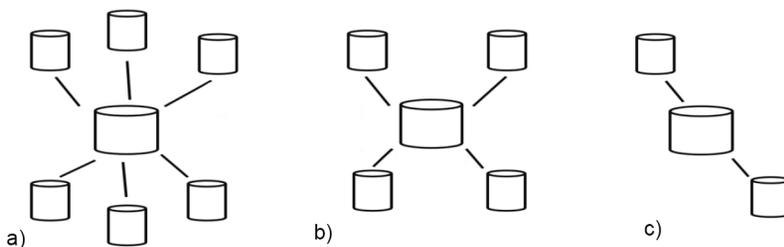


Figura 1. Esquema de las cajas para la determinación del efecto repelente.

fue a través de la prueba de Tukey HSD, y en el caso de los segundos con la prueba de Duncan.

Resultados y Discusión

Efecto antinsecto del polvo inerte de mármol blanco e influencia sobre el peso de los granos ante la afectación por *S. zeamais*

En la prueba del efecto antinsecto del polvo de mármol blanco, las tres dosis mezcladas con los granos de maíz durante su almacenamiento causaron a las 96 h (4 días) un porcentaje de mortalidad de *S. zeamais* que osciló entre 70,83 y 87,50 %, el cual difirió significativamente del testigo, pues fue inferior al 5 % (fig. 2).

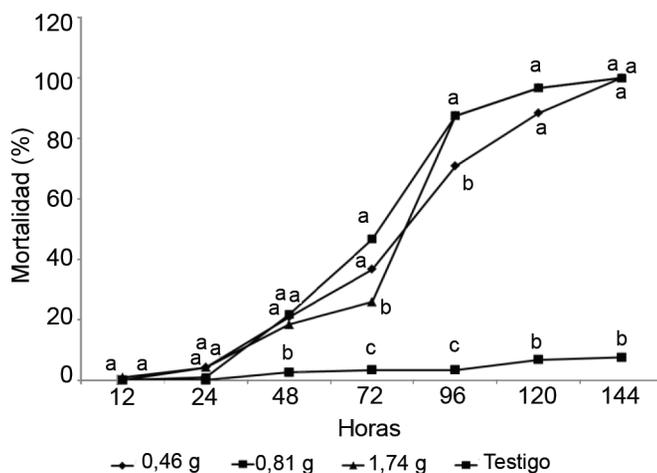
El incremento de la mortalidad del insecto hasta alcanzar el 100 % al sexto día de aplicado el polvo de mármol blanco pudo estar relacionado con la composición mineraloquímica de ese material inerte: de color blanco, con densidad de 2,77 kg/dm³, tamaño de partícula de 0-1200 μ y presencia de: CaO (55 %), CaCO₃ (98,1 %), Mg (95 %), Al₂O₃ (0,14 %) y SiO₂ (0,1 %), en la que quizás se distingan determinados compuestos con características insecticidas, por ejemplo, el CaCO₃. Dicho compuesto fue utilizado por Silva-Aguayo *et al.* (2004) para el control de *S. zeamais* en granos almacenados de maíz, y se logró entre 70 y 84 % de mortalidad.

De igual forma, el efecto letal que produce el polvo de mármol blanco a *S. zeamais* tiene relación con el criterio de McGonigle *et al.* (2002), quienes señalaron que los agregados de los polvos se adhieren firmemente a la superficie corporal de los

insectos y la capa de cera de la cutícula es absorbida (secuestrada) por estos, debido a la amplia superficie específica de sus partículas (14 m² g⁻¹), según informan Mimani y Patil (2001). Ello produce la obstrucción de los espiráculos, lo cual limita su respiración y movimiento hasta causarles la muerte, conjuntamente con la deshidratación de su cuerpo, de acuerdo con lo observado por Cook *et al.* (2008) y Stadler *et al.* (2010) en investigaciones con diferentes polvos inertes para controlar insectos y ácaros que afectan productos almacenados. Los indicios de estas afectaciones se observaron en los insectos muertos, que mostraban sus alas extendidas debido a la retracción que les causó la desecación.

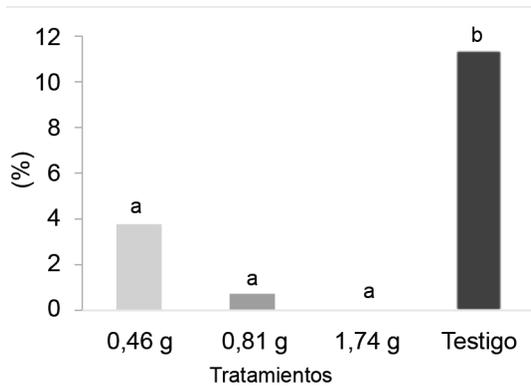
Por otra parte, estos resultados tienen cierta similitud con los de Pérez *et al.* (2012), quienes utilizaron 2 g de zeolita como polvo inerte protector en granos de garbanzo que fueron infestados con otro coleóptero denominado gorgojo [*Lasioderma serricorne* (F.)], y entre el cuarto y el quinto día después de aplicado el bioproducto hubo un 70 % de mortalidad de ese insecto. De ello se infiere que el polvo de mármol blanco tiene igualmente determinado efecto antinsecto; de ahí que se deba tomar en consideración probar estas dosis en condiciones de almacén con vista a validar su potencialidad.

En cuanto al porcentaje de pérdida de peso de los granos, con el tratamiento de la mayor dosis no ocurrieron pérdidas en las semillas debido a la afectación por *S. zeamais* (fig. 3). No obstante, las otras dos dosis también difirieron significativamente del control en ese período, en el cual se halló un 11,37 % de semillas afectadas.



Letras desiguales difieren significativamente a $p \leq 0,05$.

Figura 2. Mortalidad de *S. zeamais* por el efecto antinsecto de los tratamientos probados.



Letras desiguales difieren significativamente a $p \leq 0,05$.

Figura 3. Pérdida de peso de los granos de maíz tratados con el polvo de mármol blanco.

Esta respuesta coincide con la tendencia general del efecto que causan los diferentes polvos minerales inertes sobre los insectos plagas de almacén; mientras mayor sea la dosis del polvo que se evalúa menor será la afectación por el agente nocivo en estudio, lo que indica que existirá un menor perjuicio económico en la alimentación animal cuando se emplee el maíz como grano. En tal sentido, existe correspondencia con el resultado de Silva *et al.* (2004) cuando evaluaron diferentes polvos inertes para el control de *S. zeamais* en granos de maíz, entre los que sobresalió el de tierra de diatomeas, pues con una concentración de 2 % (mayor dosis) solo hubo una pérdida de peso de los granos de 3,1 %, respecto a los otros tratamientos (alrededor de 9 %).

Efecto repelente del polvo inerte de mármol sobre el comportamiento de *S. zeamais*

Cuando se empleó la dosis de 1,74 g de polvo inerte de mármol blanco para evaluar su efecto repelente, la cual propició el mayor porcentaje de mortalidad de *S. zeamais* y la menor pérdida de peso de los granos de maíz, se obtuvo un índice de repelencia de 0,90 (un valor menor que 1), lo que indica que este material tiene características como repelente. De ahí que, al igual que otros polvos inertes, actúa como barrera física, según los criterios de Subramanyam y Roesli (2000), quienes a su vez señalan que se evitan afectaciones en los granos y el posterior daño económico, fundamentalmente por gorgojos.

Se concluye que las tres dosis probadas del polvo inerte de mármol blanco ejercieron un efecto antinsecto sobre *S. zeamais*, pues le ocasionaron un porcentaje de mortalidad superior al 70 % al cuarto día

de aplicado, y se alcanzó el 100 % al sexto día. Se destacó la mayor dosis (1,74 g), que también propició que no hubiera pérdida de peso de los granos por la afectación del coleóptero, y además se corroboró su efecto repelente.

Por tanto, este estudio inicial puede ser el punto de partida para confirmar las potencialidades del polvo inerte de mármol blanco para su empleo en el manejo fitosanitario de *S. zeamais* en los almacenes de granos (sobre todo de maíz) u otras instalaciones destinadas a la conservación de alimentos para los animales.

Referencias bibliográficas

- Abbott, W. S. Method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18 (2):265-267, 1925.
- Adams, J. M. & Schulten, G. G. M. Losses caused by insects, mites and microorganisms. In: K. L. Harris & C. J. Lindblad, comps. *Postharvest grain loss assessment methods: a manual of methods for the evaluation of post-harvest losses*. Bethesda, USA: American Association of Cereal Chemist. p. 83-99, 1978.
- Almeida, F. de A. C.; Silva Jr., P. J. da; Queiroga, V. de P.; Figueiredo-Neto, A.; Cárdenas-Olivier, N. & Rojas, A. B. G. Eficiencia de extractos vegetales como insecticida sobre *Sitophilus zeamais* en granos de maíz almacenados. *Rev. Cie. Téc. Agr.* 23 (2):57-62, 2014.
- Athié, I. & Paula, D. C. de. *Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação*. São Paulo, Brasil: Livraria Varela, 2002.
- Bergvinson, D. J.; Garcia-Lara, S. & Espinosa Carrillo, C. *Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control*. México: CIMMYT, 2007.
- Bustos-Figueroa, G.; Osses-Ruiz, F.; Silva-Aguayo, G.; Tapia-Vargas, M.; Hepp-Gallo, R. & Rodríguez-Maciel, J. C. Propiedades insecticidas del polvo de *Peumus boldus* molina solo y en mezcla con cal contra *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Chilean J. Agric. Res.* 69 (3):350-355, 2009.
- Cook, D. A.; Wakefield, M. E. & Bryning, G. P. The physical action of three diatomaceous earths against the cuticle of the flour mite *Acarus siro* L. (Acari: Acaridae). *Pest Manag. Sci.* 64 (2):141-146, 2008.
- Feitó-Cespón, M.; Martínez-Curbelo, G.; Covas-Varela, D. & Barrera-García, A. Control de la temperatura para la prevención de plagas poscosecha en la conservación de granos. *Ingeniería y Desarrollo.* 33 (2):216-237, 2015.
- Jovel-López, R. A. *Evaluación de tres métodos de almacenamiento de semilla de maíz (Zea mays) y*

- su efecto en los atributos de calidad en Zamorano. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Zamorano, Honduras, 2012.
- Lagunes, T. A. & Rodríguez, J. C. Grupos toxicológicos de insecticidas y acaricidas. *Temas selectos de manejo de insecticidas agrícolas*. Montecillo, México: CONACYT. t. 1. p. 24-106, 1989.
- Mazzonetto, F. *Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós de origem vegetal sobre Zabrotes subfasciatus (Boh.) e Acanthoscelides obtectus (Say) (Col: Bruchidae)*. Tese (Doutorado). Piracicaba, Brasil: Universidade de São Paulo, 2002.
- McGonigle, D. F.; Jackson, C. W. & Davidson, J. L. Triboelectrification of houseflies (*Musca domestica* L.) walking on synthetic dielectric surfaces. *J. Electrostat.* 54 (2):167-177, 2002.
- Mimani, T. & Patil, K. C. Solution combustion synthesis of nanoscale oxides and their composites. *Mater. Phys. Mech.* 4:134-137, 2001.
- MINAG. *Listado oficial de variedades comerciales*. La Habana: Dirección de Semillas y Recursos Fitogenéticos, 2016.
- Morales-Hernández, F.; Lagunes-Tejeda, A.; Negrete-Navarro, A.; Rodríguez-Maciel, J. C. & Silva-Aguayo, G. Comparación de cuatro métodos de bioensayo en la determinación de la toxicidad de insecticidas en *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Entomotropica*. 30:227-235, 2015.
- ONE. *Medio ambiente en cifras*. La Habana: Oficina Nacional de Estadísticas, Agencia de Medio Ambiente, 2013.
- Ortiz-Rosales, M. A.; Ramírez-Abarca, O.; González-Eliás, J. M. & Velázquez-Monter, A. Almacenes de maíz en México: tipología y caracterización. *Estudios Sociales*. 23 (45):163-184, 2015.
- Pérez, J. C.; Pino, O.; Ramírez, S. & Suris, M. Evaluación de productos naturales para el control de *Lasioderma serricorne* (F) (Coleoptera: Anobiidae) sobre garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en condiciones de laboratorio. *Rev. Protección Veg.* 27 (1):26-32, 2012.
- Silva-Aguayo, G.; González-Gómez, P.; Hepp-Gallo, R. & Casals-Bustos, P. Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvos inertes. *Agrociencia (México)*. 38 (5):529-536, 2004.
- Stadler, T.; Buteler, M. & Weaver, D. K. Nanoinsecticidas: nuevas perspectivas para el control de plagas. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 69 (3-4):149-156, 2010.
- Subramanyam, B. & Roesli, R. Inert dusts. In: B. Subramanyam and D.W. Hagstrum, eds. *Alternatives to pesticides in stored-product IMP*. Boston, USA: Kluwer Academic Publishers. p. 321-379, 2000.

Recibido el 17 de enero del 2016

Aceptado el 15 de julio del 2017