

Eficacia de Tierra Diatomea para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en un silo metálico



Efficacy of Diatomaceous Earth for the control of *Sitophilus zeamais* Motschulsky in a metallic silo

<https://eqrcode.co/a/Zc53y7>

 Leonel Marrero Artabe^{1*}, Joaquín Torrent Molina¹, Noslén Velázquez Carrera¹, Vladimir Socorro Fuentes², Minerva Ramírez González¹

¹Universidad de Matanzas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista Varadero km 3,5. Matanzas, Cuba.

²UEB Silo Cuba Libre. Carretera a Pedro Betancourt Km 1, Matanzas, Cuba.

RESUMEN: El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar la eficacia de la Tierra Diatomea (Protect IT ®) para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en un Silo Metálico de la provincia de Matanzas, Cuba. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado. En el silo se evaluaron tres grupos: un tratamiento (Protect IT (90 % de Tierras Diatomeas), un control positivo (Actellic CE 50 (Pirimifos-metilo) y un control no tratado. La Tierra Diatomea y Actellic fueron evaluados a 9,0 kg PC.ton-1 y 12,0 ml.ton-1, respectivamente. La dosis probada de Tierra Diatomea mostró actividad insecticida, durante los dos primeros meses y causó porcentajes de mortalidad de 100 %, sin diferencias estadísticas significativas con el insecticida Actellic. Transcurridos tres meses, la mortalidad del insecto fue de 60 %, valor que difirió estadísticamente respecto al insecticida sintético. Los resultados sugieren las potencialidades de la Tierra Diatomea (Protect IT ®) como alternativa de manejo fitosanitario de *S. zeamais* en Silos Metálicos y que permita disminuir el uso de insecticidas químicos en el almacenamiento de granos de maíz.

Palabras clave: granos almacenados, maíz, plagas, Tierra Diatomea, *Zea mays*.

ABSTRACT: The efficacy of Diatomaceous Earth (Protect IT ®) was tested for the control of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) in a metallic silo of Matanzas province, Cuba. A random design was arranged and three groups were evaluated: Protect IT (90 % of diatomaceous earth), a positive control (Actellic CE 50) and an untreated control. The diatomaceous earth and Actellic were evaluated at 9.0 kg PC. ton⁻¹ and 12.0 ml. ton⁻¹, respectively. The dose of Diatomaceous Earth tested showed insecticide activity with 100 % mortality percentage during the first 60 days, without statistical differences with the Actellic insecticide. After three months, the insect mortality was 60 %, with statistical differences with the chemical insecticide. The results suggest the potentialities of Diatomaceous Earth (Protect IT ®) as an alternative for management of *S. zeamais* in metallic silos and for reducing the use of chemicals in corn grain storage.

Key words: stored grains, corm, pest, Diatomaceous Earth, *Zea mays*.

En Cuba, el maíz (*Zea mays* L.) reviste gran importancia y, en la actualidad, las necesidades internas no se satisfacen con las producciones nacionales, por lo que se realizan importaciones de este producto para satisfacer la demanda. La conservación adecuada de los granos alimenticios básicos dependerá, esencialmente, de las propiedades del grano, del periodo de almacenamiento, del tipo y las características del almacén (1).

El ataque de insectos plaga provoca la pérdida de la calidad del grano de maíz, tanto para consumo humano como para garantizar semillas. *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), se considera una de las plagas poscosecha más importantes del maíz y, durante el almacenamiento, provoca pérdidas de 20 % (2).

*Autor para correspondencia: Leonel Marrero Artabe. Email: leonel.artabe@umcc.cu

Recibido: 17/01/2020

Aceptado: 03/04/2020

La aplicación de plaguicidas sintéticos como la fosfina, es una de las prácticas más utilizadas para el control de insectos plagas en almacenes; sin embargo, provoca daños a la salud humana. En la industria de granos se hace necesario disminuir el uso de insecticidas químicos e implementar métodos de control de plagas más seguros (3).

Entre los métodos para almacenar y mantener la calidad del grano de maíz, sin depender de los cambios en el clima o la incidencia de insectos plagas, se encuentran las tecnologías herméticas, que abarcan los silos metálicos herméticos (4). En varias entidades del país se instalaron Silos Metálicos Refrigerados (SMR) para incrementar las capacidades de almacenamiento del grano de maíz (5).

En silos de maíz de la provincia Matanzas, *S. zeamais* provocó infestaciones intensas y coeficientes de nocividad superiores a 27,71 % (6). En la nación, se realizaron investigaciones para el control de *S. zeamais* con el uso de insecticidas naturales, minerales como las zeolitas y el uso de mármol blanco, que ejercieron un efecto antiinsecto (7).

A nivel internacional, se utilizan la cal micronizada, las Tierras Diatomeas y otros métodos, como alternativas que previenen pérdidas poscosecha de los granos. El uso de las Tierras Diatomeas (DE), como agente insecticida y protector de granos se incrementó notablemente, debido a su baja toxicidad a mamíferos y a su estabilidad (8). Sin embargo, en el contexto nacional, resultan escasos los estudios relativos al control de *S. zeamais* con el uso de la Tierra Diatomea (Protect -IT®), Producto Comercial registrado por la compañía Hedley Technologies Inc.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia de la Tierra Diatomea (Protect -IT®) para el control de *S. zeamais* en un Silo Metálico Refrigerado.

El estudio se desarrolló entre febrero y mayo de 2013, en el Silo Metálico Refrigerado Cuba Libre (22 ° 43'37.5" N y 81°17'22.7" O), que almacena granos de maíz. La instalación pertenece a la Empresa Nacional de Silos (EMSIL) y está ubicada en el poblado Cuba Libre, del municipio Pedro Betancourt, provincia

Matanzas, Cuba. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado y se evaluaron tres tratamientos con tres réplicas: Protect IT (90 % de Tierras Diatomeas), Actellic CE 50 (Pirimifosmetilo) (insecticida utilizado como control positivo) y un control no tratado. En correspondencia con las recomendaciones del fabricante para cada producto comercial, se evaluaron las dosificaciones recomendadas: 9,0 kg PC. ton⁻¹ de Protect -IT (9) y 12ml. ton⁻¹ de Actellic CE 50 (10). La aplicación de la Tierra Diatomea se efectuó con el auxilio de una motomochila pulverizadora marca Jacto.

Antes de cada aplicación, con higrómetro se registraron la temperatura y la humedad del grano; variables que mostraron un comportamiento promedio de 24,8 ± 6°C y 12,6 ± 2 %, respectivamente.

Las poblaciones del insecto se monitorearon mediante el uso de caladores entomológicos (11). Para determinar la mortalidad en el tratamiento con Tierra Diatomea y los controles, se contabilizaron los individuos muertos, a partir de las 24 h de la aplicación, con una frecuencia mensual. Para ello, los contenidos de los caladores se vaciaron sobre una bolsa de polietileno blanca. Se consideraron insectos muertos aquellos que, al observarse bajo un microscopio estereoscópico (Olympus®), permanecieron totalmente inmóviles y que no mostraron reacción al moverlos con la ayuda de pinceles entomológicos. Para el cálculo de la mortalidad corregida se utilizó la fórmula de Abbott (12):

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

Los valores del cálculo de la mortalidad corregida se transformaron mediante arcoseno ($V_x/100$); en cada momento de evaluación (30, 60, 90 días después de aplicación) se realizó un análisis de varianza. Las medias se compararon mediante Prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan con nivel de confianza 0,05; para ello se empleó el paquete estadístico Statgraphics versión 5.0 para Windows.

Se demostró el efecto insecticida de la Tierra Diatomea (Protect-It) sobre las poblaciones de *S.*

zeamais que infestaron el grano de maíz almacenado en el silo. A dosis de 9 kg PC. ton⁻¹ el producto causó porcentajes de mortalidad que oscilaron entre 60 y 100 % y difirió significativamente del testigo. (Fig.1)

La Tierra Diatomea mantuvo un efecto protector del grano durante más de tres meses de almacenamiento. A los 30 y 60 días posteriores a la aplicación, se encontraron mortalidades del 100 %, comportamiento similar al alcanzado por el insecticida químico Actellic (Fig. 1). La mortalidad de *S. zeamais* transcurridos 90 días decreció discretamente hasta 60 %, lo que pudo estar relacionado con la variación de la humedad del grano, que durante este periodo alcanzó 17,4 %.

Según Méndez y Castellanos (13), la actividad insecticida y molusquicida de la Tierra Diatomea depende además de sus características fisicoquímicas, tales como el contenido de SiO₂, el tamaño de partícula, la capacidad de adsorción de lípidos y la presencia de impurezas (arcillas).

Al respecto, Mewis y Ulrich (14) expresaron que el efecto insecticida de la Tierra de Diatomeas está dado por el tamaño microscópico de las diatomeas. Estas partículas producen la desgarradura de la quitina en los pliegues de las articulaciones del insecto, provocando perforaciones en el aparato bucal, exoesqueleto u órganos internos, como las paredes de las tráqueas; además, absorben la cera cuticular, lo que lleva a la deshidratación y muerte del insecto.

Los resultados de mortalidad de *S. zeamais* obtenidos en el presente trabajo concuerdan con lo descrito por estos autores (14), quienes encontraron muertes poblacionales superiores a 50 %.

En México, los ensayos entomológicos realizados con Tierra Diatomea demostraron que *S. zeamais* resultó el coleóptero más susceptible y mostró 90 % de muertes a partir de los 20 días de la aplicación. Silva *et al.* (15) consideraron tratamientos promisorios contra *S. zeamais*, cuando se redujeron, al menos, en 50 % la progenie del insecto.

La eficacia de la Tierra Diatomea descrita en la Fig. 1 tiene cierta similitud con los resultados de Vayias *et al.*, (16), quienes informaron 96,6 % de mortalidad de la plaga a los 55 días de almacenamiento. Internacionalmente, se notifica la efectividad de las Tierras Diatomeas para el control de otros coleópteros plagas de granos almacenados, tales como *Cryptolestes ferrugineus* (Steph.), *Rhyzopertha dominica* F. y *Tribolium castaneum* Jacquelin du Val (17), lo que confirma el amplio espectro de acción insecticida de este producto.

La Tierra Diatomea puede incidir, puntualmente, sobre características organolépticas de los granos de maíz, en particular sobre el brillo. Sin embargo, entre las bondades de su uso agrícola se cita que no afecta la germinación de las semillas. Experimentos desarrollados en México con semillas de maíz

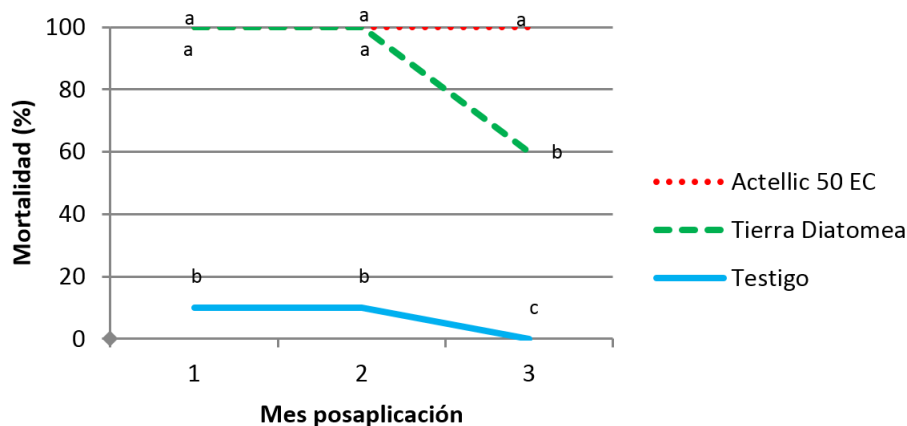


Fig. 1. Mortalidad de *Sitophilus zeamais* en un Silo Metálico, cuando los granos recibieron tratamientos con tierra diatomea o insecticida químico/ *Mortality of Sitophilus zeamais on corn grains treated with diatomaceous earth or a chemical insecticide in a metallic silo.* (Valores de mortalidad con letras desiguales difieren estadísticamente ($p < 0,05$)).

tratadas con Diatomea, evidenciaron germinación superior a 90 %, lo que determinó que el producto no daña la viabilidad agrícola (15).

Fields (18) destacó que las Tierras Diatomeas son ideales para el manejo de insectos plagas de productos almacenados, poseen efecto protector de los granos, baja toxicidad a mamíferos, son más estables al calor que varios insecticidas químicos y permiten mitigar los impactos de plaguicidas sintéticos. Waqas *et al.* (19) observaron un elevado efecto insecticida de las Diatomeas en granos de arroz infestados por *Sitophilus oryzae* (L.) y señalaron su compatibilidad con el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metch.), bioproducto que incrementó su eficacia de control al combinarse con este polvo.

Los resultados de mortalidad descritos en el presente estudio demostraron el efecto insecticida de la Tierra Diatomea (Protect IT ®) y la eficacia de dosis de 9,0 kg PC. ton⁻¹ para el manejo de *S. zeamais* en granos almacenados en Silos Metálicos. Dado las potencialidades de este insecticida natural se sugiere continuar las pruebas con nuevos lotes y considerar su uso como alternativa sostenible en Programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en silos que conservan y almacenan granos.

REFERENCIAS

1. Jian F, Jayas D. The Ecosystem Approach to Grain Storage. *Agricultural Research*. 2012; 1 (2): 148-156.
2. Almeida F, Silva J, Queiroga V, Figueiredo A, Cárdenas N, Rojas A. Eficiencia de extractos vegetales como insecticida sobre *Sitophilus zeamais* en granos de maíz almacenados. *Rev. Cie. Téc. Agr.* 2014; 23 (2): 57-62.
3. Subramanyam B, Roesli R. Inert dusts, in *Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM*, Ed by Subramanyam Bh and Hagstrum DW, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2000; 321-373.
4. Blanco Y, Durañona H, Acosta R. Efecto de la temperatura y la humedad en la conservación de granos de maíz en silos metálicos refrigerados. *Cultivos Tropicales*. 2015; 37 (4): 105-114.
5. García L, Aguirre G, Narro S, Cortés B, Rivera R. Silo hermético para el control de plagas de granos almacenados en Guanajuato, México. *Agricultura Técnica en México*. 2007; 33 (3): 231-239.
6. Rojas P. Insectos plagas de granos almacenados en un silo metálico de la provincia Matanzas: etología, nocividad y agentes de control biológico. *Rev. Protección Veg.* 2014; 29 (1): 114.
7. Rodríguez-Ledesma R, Mirabal-García C, Suárez-Pérez M, García-González A, Albert-Rodríguez Y, Orrantía-Cárdenas I. Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvo de mármol en granos de maíz almacenados. *Pastos y Forrajes*. 2017; 40 (4): 296-301.
8. Athanassiou CG, Vayias BJ, Dimizas CB, Kavallieratos NG, Papagregoriou AS, Buchelos CTh. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. *J Stored Prod Res*. 2005; 41: 47-55.
9. Hedley Technologies Inc. Protect-It (R): Protects Stored Products from insects and insect damage. [Consultada: 26 mayo 2018]. Disponible en: <http://www.hedleytech.com/productlist.htm>.
10. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). Lista Oficial de Plaguicidas Autorizados. Ministerio de la Agricultura, Cuba. 2017; 147 pp.
11. Pérez M, Miralles L, Hernández Gladis, Navarro A, Almaguer L. Implementación del manejo integrado de plagas con la inclusión de transferencias tecnológicas en almacenes, silos, instalaciones industriales y transportación de alimentos como alternativa al Bromuro de metilo en Cuba. Editorial CIDISAV 2011. Impreso Editora Centenario. República Dominicana, 62 pp. ISBN. 978-959-7194-40-8.
12. Abbott W. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J.Econ. Entomol.* 1925;18: 256-257.
13. Méndez A, Castellanos L. Eficacia de la Tierra de Diatomeas y la cal sobre arionidos y

- agriolímicos. Cienc Tecnol Agropecuaria. 2019; 20 (3): 579-593.
14. Mewis I, Ulrichs Ch. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum*, *Tenebrio molitor*, *Sitophilus granaries* and *Plodia interpunctella*. Journal of Stored Products Research. 2001; 37: 153-164.
15. Silva G, González P, Hepp R, Casals P. Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvos inertes. Agrociencia (México). 2004; 38 (5):529-536.
16. Vayias B, Stephou V. Factors affecting the insecticidal efficacy of an enhanced diatomaceous earth formulation against three stored-product insect species. Journal of Stored Products Research. 2009; v.45: 226-231.
17. Ashraf M, Farooq M, Shakeel M, Din N, Hussain S, Saeed N, *et al.* Influence of entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*, alone and in combination with diatomaceous earth and thiamethoxam on mortality, progeny production, mycosis, and sporulation of the stored grain insect pests. Environ Sci Pollut Res Int.2017; 24 (36): 28165-28174.
18. Fields P. Diatomaceous Earth: Advantages and limitations. *Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-product Protection*. Agriculture and Agri-Food Canada, Cereal Research Centre, Canada. [Consultada: 28 mayo 2018]. Disponible en: <http://www.edis.ifas.ufl.edu>.
19. Waqas Wakil M, Ghazanfar U, Yasin M, Kwon YJ. Eficacia de *Metarhizium anisopliae* combinado con Tierra de Diatomeas contra *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) en condiciones de laboratorio. Revista Colombiana de Entomología. 2015 ;41 (1): 18-25.

Declaración de los autores: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

Contribución de los autores: **Leonel Marrero Artabe:** Concibió la idea y el diseño metodológico de la investigación. Condujo la búsqueda de información especializada. Contribuyó al desarrollo de los prototipos y de los ensayos. Participó en la recolección y análisis estadístico de los datos experimentales; así como en redacción y revisión del informe final. **Joaquín Torrent Molina:** Participó en la actualización del estado del arte de la investigación. Contribuyó al desarrollo de los prototipos. Desarrolló pruebas de calidad de los insecticidas comerciales. Participó en el análisis de los resultados experimentales, en la redacción y revisión crítica del artículo. **Noslén Velázquez Carrera:** Contribuyó a la búsqueda de información. Condujo pruebas para evaluar la eficacia técnica de los tratamientos. Participó en la recolección, análisis de los datos y en la redacción del borrador del artículo. **Vladimir Socorro Fuentes:** Colaboró con el diseño de la investigación. Contribuyó al desarrollo de los ensayos y las pruebas realizadas para evaluar los resultados. Participó en el análisis de los datos y en la aprobación final del artículo. **Minerva Ramírez González:** Participó en la búsqueda de información y en el análisis de los resultados experimentales. Colaboró con la redacción del borrador del artículo y su aprobación final.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)