

# Análisis preliminar de métodos alternativos para la eliminación de plagas de almacén

## Preliminary Analysis of Alternative Methods for the Elimination of Warehouse Pests



<https://cu-id.com/2177/v32n2e09>

<sup>1</sup>Carlos M. Martínez Hernández<sup>1\*</sup>, <sup>1</sup>Diana Alserhan Robaina<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup>Orlando M. Saucedo Castillo<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Marlen Cárdenas Morales<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

**RESUMEN:** El trabajo consistió en la evaluación de varios métodos alternativos para la eliminación de un tipo de plagas de almacén en granos (*Sitophilus spp.*). Se evaluaron 6 tratamientos y un control con tres réplicas cada uno, el grano objeto de estudio fue el sorgo (*Sorghum bicolor* Moench, cultivar UDG-110. Las variantes estudiadas fueron: 6 tratamientos (3 tratamientos con diferentes dosis de metano y 3 tratamientos con diferentes dosis de zeolita) y un control, con 3 réplicas cada uno. Todos los tratamientos fueron ejecutados dentro de tubos de ensayo de capacidad igual a 50 mL. La aplicación de metano fue mediante inyección letal con las dosis especificadas en los respectivos tratamientos. Las pruebas se llevaron a efecto en los laboratorios de microbiología agrícola, pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de aniquilación de estos tratamientos alternativos en la plaga estudiada (*Sitophilus spp.*) y su efecto en los granos objeto de valoración (sorgo). El mejor resultado obtenido de los tratamientos empleados se presentó con el tratamiento 6, con el cual se obtuvo un 91,66% de eliminación de la plaga investigada. El peor comportamiento se presentó con el tratamiento 3 (0%). Se realizaron diferentes análisis del suelo utilizado para ver el posible efecto de estos tratamientos en las propiedades morfofisiológicas del grano; así como en las propiedades físico-químicas del suelo.

**Palabras clave:** sorgo, zeolita, tratamiento, *Sitophilus spp.*, propiedades físico-químicas del suelo.

**ABSTRACT:** The work consisted on the evaluation of several alternative methods for the elimination of one type of warehouse pest in grains (*Sitophilus spp.*). Six treatments and a control were evaluated with three replicas each one, the grain object of study was sorghum (*Sorghum bicolor* Moench), UDG-110 cultivar. The studied variants were: 6 treatments (3 treatments with different methane dose and 3 treatments with different zeolite dose) and a control, with 3 replicas each one. All the treatments were executed inside test tubes of 50 mL. Methane application was by means of lethal injection with the doses specified in the respective treatments. The tests were carried out in the laboratories of agricultural microbiology, belonging to the Faculty of Agricultural Sciences of the Central University "Marta Abreu" of Las Villas. The objective of the investigation was to evaluate the effect of annihilation of these alternative treatments in the pest studied (*Sitophilus spp.*) and its effect in the grains object of valuation (sorghum). The best result was obtained with treatment 6, with which 91.66% of elimination of the investigated pest was reached. The worst behavior was obtained with treatment 3 (0%). Different analysis of the soil utilized to see the possible effects of these treatments in the morphological properties of the grain and in the physical chemical properties of the soil were carried out.

**Keywords:** Sorghum, Zeolite, Treatment, *Sitophilus spp.*, Physical-Chemical Properties of the Soil.

### INTRODUCCIÓN

La entomofauna asociada a almacenes de alimentos ha sido informada por varios investigadores [García-Lara et al. \(2007\)](#); [García-Leaños et al. \(2007\)](#); [Oberbauer et al. \(2007\)](#); [García-Leguizamón y Peñuela-Moreno \(2022\)](#), entre ellas, se destacan como coleópteros: *Sitophilus oryzae* (L), *Rhizopertha*

*dominica* (F), *Orizaephilus surinamensis* (L), *Tribolium castaneum* (Hbst), *Acantoscelides obtectus* (Say), *Lasioderma serricorne* (F), y lepidópteros como *P. interpunctella* Hubner; *C. cephalonica* Stainton. En Cuba, provincia Las Tunas, durante los años 2006 a 2013, se cuantificaron afectaciones en arroz, chícharo, frijol, lenteja, garbanzo y otros granos almacenados debido al ataque de insectos plaga.

\*Autor para correspondencia: Dr.C. Carlos M. Martínez Hernández, e-mail: [carlosmh@uclv.edu.cu](mailto:carlosmh@uclv.edu.cu)

Recibido: 07/06/2022

Aceptado: 13/03/2023

Las plagas en productos alimentarios almacenados, ya sean materias primas, productos semiprocados o alimentos elaborados, pueden provocar importantes daños. Por una parte, pueden provocar la disminución de la calidad organoléptica del producto o directamente su pérdida. Por otra parte, hay que añadir un posible problema de seguridad alimentaria, ya que la presencia de estos insectos, o restos de ellos, en el producto puede provocar alergias a los consumidores finales.

La mayoría de los alimentos afectados son productos desecados de origen vegetal, como por ejemplo los cereales, las legumbres, los frutos secos, el cacao o las especias. Aunque estas plagas pueden aparecer en las diferentes fases del proceso de elaboración y distribución de los alimentos, los principales puntos críticos se dan en los almacenes y silos de materia prima, en las instalaciones donde se elaboran los alimentos y en los almacenes de producto acabado.

La mejor manera de evitarlas es implementar un Programa de Control Integrado de Plagas en la empresa, que de manera proactiva y holística de prioridad a la prevención de este problema mediante inspecciones, monitorización y medidas exclusión e higiene que eviten el desarrollo de infestaciones.

Sin embargo, además de contar con los servicios de profesionales del control de plagas, es importante entender qué tipo de plagas podemos encontrar en los alimentos almacenados y saber reconocer los indicios de su presencia en las instalaciones. En los últimos tiempos la zeolita ha sido utilizada para diferentes usos, entre los cuales se reportan los siguientes;

**Absorción:** Las zeolitas se usan para la absorción de una gran variedad de materiales. Esto incluye aplicaciones en secado, purificación y separación.

**Intercambio de iones:** Esta propiedad permite su aplicación como ablandadores de agua, y el uso de zeolitas en detergentes y jabones (LennteCh, 2021). Por otra parte, Romero (2016), reporta que la tierra de diatomeas es una forma de **Control físico** de los insectos-plagas. Cuando los insectos-plaga entran en contacto con este polvo sufren deshidratación y mueren. Debido a que su efecto es la desecación, la eficacia se reduce cuando se incrementa la humedad relativa. Aplicaciones de este producto en granos secos después de la cosecha ha mostrado los mejores resultados. Almacenar el grano por debajo de los 15 °C retarda el desarrollo y reproducción del mayor número de plagas. Así también, a más de 35 °C se elimina a muchos insectos plaga. La gran mayoría de los insectos en granos almacenados no pueden vivir con menos de 10 % de humedad, siendo un 14 % o más de humedad, especialmente adecuado para la actividad y reproducción de insectos - plaga.

Con la situación económica del país y ante el reforzamiento del bloqueo de los Estados Unidos de Norteamérica contra Cuba en el último cuatrienio, se

ha hecho difícil importar insecticidas químicos para la mayoría de los granos básicos (maíz, frijol, soya, sorgo) que se cosechan en el territorio, los cuales son de relevante importancia en la alimentación humana y animal. Ante esta problemática: ¿Será posible a través de métodos alternativos de control de plagas y enfermedades, resolver este problema? Sobre esta base, se planteó como **objetivo:** Determinar el efecto de tratamientos alternativos para el control y la eliminación de plagas en granos básicos (maíz, frijol, soya y sorgo) en almacenes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el montaje del set de investigación a escala de laboratorio (inyección letal de metano) y (utilización de zeolita) se utilizó el laboratorio de biología molecular de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Se fomentó una cría de gorgojos (*Sitophilus spp*) y fueron sexados por parejas, a partir del mes de febrero, 2022. Para la cual se utilizó maíz (*Zea mays L*) para su reproducción, en el laboratorio de Patología de Insectos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP). Los materiales utilizados fueron;

La zeolita natural procedente del yacimiento de San Juan de los Yeras, Ranchuelo, Villa Clara, presentando más de 61% de material zeolítico, con una granulometría entre 0,5 - 2,5 mm y diámetro medio de 1,1 mm. Esta fue colectada en las casas de cultivo del Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) de nuestra Universidad.

Otros materiales usados en el presente trabajo investigativo fueron:

- granos de sorgo;
- tubos de ensayo;
- bolsa de metano;
- gorgojos;
- jeringas.

La zeolita colectada posee una granulometría irregular por lo que se decidió pasar la misma por un molino para estos fines y posteriormente tamizarla con el tamiz No.2.

Estos materiales se llevaron a los laboratorios de: En los laboratorios de: suelos y biofertilizantes, microbiología y bromatología, pertenecientes al Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) perteneciente a la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, se realizó el montaje y conducción de las investigaciones. En los anteriores laboratorios se prepararon 21 muestras: divididas en 6 tratamientos y un control con 3 réplicas por tratamiento. En cada tratamiento, se colocaron 4 parejas de gorgojos (*Sitophilus spp*), con sus respectivos diseños experimentales a valorar. En el tratamiento control (Tc), los gorgojos permanecieron sin la aplicación de metano y zeolita.

En los tratamientos T1 (10 mL), T2 (20 mL) y T3 (30 mL), se aplicó inyección letal de metano en dosis ascendentes. En los tratamientos T4 (16,27 g), T5 (32,20 g) y T6 (35,27 g), se aplicaron volúmenes ascendentes de zeolita hasta 35,27 g, motivado por la limitante de la capacidad volumétrica máxima de los tubos de ensayos utilizados (50 mL), que no permitió triplicar el volumen de zeolita (48,81 g) en el tratamiento T6. En todos los tratamientos con sus respectivas réplicas se colocaron 12,0 g de sorgo, (*Sorghum bicolor*), variedad UDG-110, en la parte inferior de los tubos de ensayos.

Las variables objeto de estudio fueron:

- Caudal de diseño de los tratamientos con metano y zeolita a utilizar;
- Eficiencia de la aniquilación de plagas mediante inyección letal de metano y mediante mezclas de zeolita y granos;
- Pruebas de germinación en los granos tratados con los diferentes tratamientos utilizados;
- Efecto de los tratamientos sobre los indicadores físicos y químicos de suelo.

Para el procesamiento de los datos estadísticos se utilizó el paquete de programas profesional **STATISTICA**, Versión 7 sobre Windows XP.

### Diseño de los tratamientos con metano

Se procedió a determinar la cantidad de gas a inyectar, para lo cual fue necesario realizar los cálculos necesarios manteniendo como premisa la dosis de fosfamina que se inocular en los silos metálicos a escala real (3 g de fosfamina por cada 181,4 kg de granos a tratar). En este sentido se comenzó a partir de la densidad del metano la cual se presenta en la [expresión \(1\)](#):

$$\gamma(CH_4) = 0,717 \text{ kg/m}^3 \quad (1)$$

$$\gamma(CH_4) = 0,717 \text{ kg/m}^3 \quad \text{equivalente a } (0,000717 \text{ g/mL});$$

Conociendo la masa de granos en el interior del tubo de ensayo (12 g), por simple regla de tres se determina la masa equivalente de fosfamina.

En un silo metálico para almacenamiento de granos de capacidad igual a: 181,4 kg (181 400 g), es conocido que se utilizan 3 g de fosfamina para tratar los insectos-plagas, entonces que cantidad de fosfamina será necesaria utilizar para 12 g de sorgo.

$$3 \text{ g fosfamina} \rightarrow 181\,400 \text{ g}$$

$$x \text{ fosfamina} \rightarrow 12 \text{ g.}$$

Del cálculo, se tiene que:

$$x \text{ fosfamina equivalente} = 0,00019 \text{ g.}$$

Sustituyendo en la [expresión \(1\)](#) (densidad del metano), tenemos que:

$$\gamma CH_4 = m/v;$$

$$v(CH_4) = 0,00019 \text{ g} / 0,000717 \text{ g/mL};$$

$$v(CH_4) = 0,0003 \text{ mL.}$$

Este valor representa la dosis (volumen) de metano mínimo en teoría que debe ser aplicado como inyección letal para eliminar los gorgojos en el interior de los tubos de ensayos. Es necesario reiterar que en la investigación se utilizó una dosis mínima (10 mL), una dosis medio (20 mL) y una máxima (30 mL), valores 3, 5 y 10 veces por encima de la dosis **mínima** a aplicar.

En la [Tabla 1](#), se presentan la eficiencia de los tratamientos por inyección letal de metano.

Del análisis de la [Tabla 1](#), se pudo observar que el aumento de la dosis no reporto una mejora en la mortalidad del insecto plaga.

Mortalidad corregida, según [Abbott \(1925; 1987\)](#):

De acuerdo con la [expresión 2](#) se tiene que:

$$Mc1 = \left( \frac{\text{Mortalidad tratamientos} - \text{Mortalidad en el control}}{100 - \text{Mortalidad en el control}} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

$$Mc1 = \left( \frac{1-0}{100-0} \right) \cdot 100$$

$$Mc1 = 1$$

El mismo procedimiento se aplica en los tratamientos 2 y 3. Quedando:

$$Mc2 = 2$$

$$Mc3 = 0$$

### Diseño de los tratamientos con zeolita

Para el cálculo del espesor de la capa de zeolita a colocar en cada tubo de ensayo, se probó con diferentes espesores, tomando como referencia estudios anteriores efectuados por [Alemán-Hurtado \(2015\)](#); [Cruz-Lorenzo et al. \(2013\)](#); [Castellanos-Alemán et al. \(2017\)](#) con métodos alternativo de control de plagas ([Soca-Núñez et al., 2015](#)). En la investigación se condujeron estudios con tres volúmenes de zeolita; uno mínimo (15 mL, equivalente a 16,27 g), uno medio (30 mL, equivalente a 32,20 g) y uno máximo (35 mL, equivalente a

**TABLA 1.** Eficiencia del tratamiento por inyección de metano

Tratamiento (dosis de aplicación, mL)	Eficiencia (% de eliminación)
T1- (10 mL CH <sub>4</sub> )	(4,16%)
T2- (20 mL CH <sub>4</sub> )	(8,33%)
T3- (30 mL CH <sub>4</sub> )	(0%)

35,27 g), en todos los casos la zeolita fue triturada y tamizada buscando uniformidad de este material.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de la eficiencia de los tratamientos mediante inyección letal de metano

De acuerdo con la expresión de Abbot. Esto significa que en el tratamiento 1, este valor fue un punto inferior al caso del tratamiento 2. En tal sentido podemos resumir que en las réplicas del tratamiento 1, se eliminó un insecto y dos en las del tratamiento 2, de un total de 8 (4 parejas). En el tratamiento 3 no se reportaron insectos muertos.

En estudios anteriores publicados por [Caballero et al. \(2005\)](#) reportaron buena efectividad de la aniquilación de gorgojos con metano en granos de sorgo inoculadas en periodos de evaluación de 3, 12 y 30 días, reportando los mejores resultados al cabo de 30 días de inoculado el metano 91,66 %; en dicho trabajo no se reportó un efecto negativo del metano sobre las cualidades germinativas del grano (89,66 % de germinación). Sin embargo en el trabajo de [Caballero et al. \(2005\)](#) no se cuantificó el volumen de metano aplicado a los gorgojos. Pero si realizó una comparación entre diferentes métodos alternativos de eliminación de este tipo de plaga de almacén, reportando un buen comportamiento del tratamiento que utilizó metano (91,66 % de aniquilación) con respecto a los otros métodos alternativos utilizados en paraíso verde (*Philodendron*), paraíso seco (*Philodendron*), Neem verde (*Azadirachta indica*) y Neem seco.

Es necesario destacar que en investigaciones reportadas por [Martínez et al. \(2021\)](#), mediante la aplicación de inyección letal de metano en dosis de 6, 15 y 30 mL a tubos de ensayos que contenían 2,5 g de granos de frijoles blancos (*Phaseolus vulgaris* L), cultivar Bat-482 y 5 parejas de gorgojos colocados en su interior, obteniendo valores de eficiencia de la aniquilación mediante inyección de metano de 96,66 %, al cabo de 8 días de inoculados, lo cual corrobora los resultados obtenidos por [Caballero et al. \(2005\)](#); [Alemán-Hurtado \(2015\)](#). Basados en estos estudios, se retomaron estas investigaciones en el año 2022 para verificar la posible factibilidad de este tipo de método alternativo de eliminación de plagas de almacén.

Consideramos que en los resultados investigativos obtenidos influyeron aspectos cualitativos, tales como;

- A la calidad del metano empleado;
- Limitada distribución homogénea del gas metano en los espacios inter granulares del sorgo, al ser de pequeño tamaño, ocasionando una baja efectividad;
- A la resistencia al paso del gas metano por los espacios intergranulares del sorgo, los cuales son pequeños; dificultando el paso del gas y permitiendo al mismo tiempo que el insecto plaga se refugie debajo de los granos de sorgo y pueda infestar determinados granos anterior a su posible aniquilamiento;
- Al tiempo de exposición de los gorgojos al metano (7 días).

Sin embargo, todas estas hipótesis no son conclusivas, lo cual abre la posibilidad de seguir investigando en este campo.

### Análisis de la eficiencia de los tratamientos utilizando la zeolita como control de la plaga investigada

En la [Tabla 2](#), se presentan los resultados obtenidos de la eficiencia del tratamiento mediante la utilización de zeolita.

Como se puede observar en la [Tabla 2](#), el mejor comportamiento se presentó con el tratamiento 6, en el cual fueron eliminados el 91,66 % de los gorgojos evaluados. En este caso también se presentó un resultado contradictorio entre los tratamientos T4 y T5, ya que el tratamiento T5 fue inferior al tratamiento T4, sin embargo en investigaciones reportadas por [Soca-Nuñez et al. \(2015\)](#), en experimentos con diferentes dosis de mezcla de zeolita e insectos (*Sitophilus spp* y *Prostephanus truncatus*), se demostró que la efectividad de estos métodos de aniquilamiento dependen del contacto que tengan los insectos con la zeolita y del tiempo de exposición a la misma. Por otra parte, según [Gaviria \(2021\)](#), en la actualidad se está experimentando con sales minerales fabricadas en España, cuyo principal efecto directo y residual es modificar el pH en el espacio intergranular y en las superficies de los silos y bodegas de almacenamiento, eliminando los adultos al penetrar su exoesqueleto quitinoso y además inhibiendo el desarrollo de los huevos y las larvas. Este autor señala que: hay que recordar que la hembra de *Sitophilus spp*,

**TABLA 2.** Eficiencia de los tratamientos por utilización de zeolita

Tratamiento (dosis de aplicación, g)	Eficiencia (% de eliminación)
T4- (16, 27 g zeolita)	(70, 83 %)
T5- (32, 20 g zeolita)	(16, 66 %)
T6- (35, 27 g zeolita)	(91, 66 %)

deposita sus huevos en forma individual taladrando el grano y dejando allí, en el orificio, un huevo que es protegido por un sello que ella elabora, para que al nacer la larva encuentre el grano del cual se alimenta, sin que se note su presencia en el exterior. Esa condición de vivir dentro del grano hace que el efecto de los insecticidas gaseosos como la **fosfamina** sea muy bajo y que la mortalidad de huevos y larvas como resultado de la fumigación sea **mínima**. Esta situación ocasiona que en las siguientes semanas haya una continuidad de la infestación, a pesar de que los adultos, que están afuera del grano, hayan sido totalmente eliminados. Muchas personas dicen: es que el grano se volvió a infestar, pero no es así, es la misma infestación que se está desarrollando a partir de los huevos y larvas ocultos dentro de los granos. Quizás el efecto de los insecticidas gaseosos planteada en la investigación de [Gaviria \(2021\)](#), pudiera tener una relación directa con los bajos porcentos de eliminación de la plaga investigada en el caso de los tratamientos que utilizaron metano.

### Resultados referidos a las pruebas de germinación en los granos de sorgo con los diferentes tratamientos utilizados

El porcentaje de germinación obtenido en las semillas de sorgo, a nivel de placa Petri fue de 60%. Este valor fue la referencia para contrastar con los estudios efectuados a nivel de macetas (bolsas de polietileno) conteniendo 1 kg de suelo (oscuros plásticos lixiviados) previamente tamizado.

En cada maceta se aplicaron 3 riegos de agua a razón de 200, 100 y 100 mL en un intervalo de 12 días, con agua destilada, sobre cada semilla sembrada (5 semillas por bolsas de un 1 kg de suelo), para un total de 400 mL agua destilada/bolsa según los diferentes tratamientos y sus respectivas réplicas.

En la [Figura 1](#) se observa el comportamiento del porcentaje de germinación en los diferentes tratamientos evaluados.

Del análisis de la [Figura 1](#), se observó que los tratamientos T1, T2 y T3, están por debajo del control en la variable porcentaje de germinación, presentándose un incremento de esta variable en los tratamientos T4, T5 y T6, lo cual pudiera estar influenciado por la utilización de zeolita en estos últimos, aunque el mejor resultado obtenido en este indicador (T6) es igual al valor obtenido a nivel de placa Petri. Es importante destacar que desde la culminación del experimento hasta la etapa de la siembra en macetas de los granos de sorgo, transcurrió un lapso de tiempo de 60 días, lo cual pudo haber influido negativamente en la viabilidad del grano de sorgo. En tal sentido el resultado obtenido no es conclusivo y amerita nuevos estudios investigativos". Lo cual coincide con investigaciones reportadas por [Caballero et al. \(2005\)](#); [Alemán-Hurtado \(2015\)](#); [Cuniberti \(2020\)](#).

### Resultados referidos a las propiedades físico - químicas del suelo con los diferentes tratamientos utilizados

En la [Tabla 3](#) se presentan los valores medios de los diferentes indicadores de las propiedades físico - químicas del suelo en los diferentes tratamientos evaluados.

Del análisis de la [Tabla 3](#), se pudo observar que en todas las variables evaluadas no se presentaron diferencias significativas entre el control y sus respectivos tratamientos, ya sea en los tratamientos que utilizaron metano, como los tratamientos que utilizaron zeolita, lo cual confirma que estos tratamientos alternativos de eliminación de plagas de almacén no influyeron en las propiedades físicas - químicas del suelo evaluado.

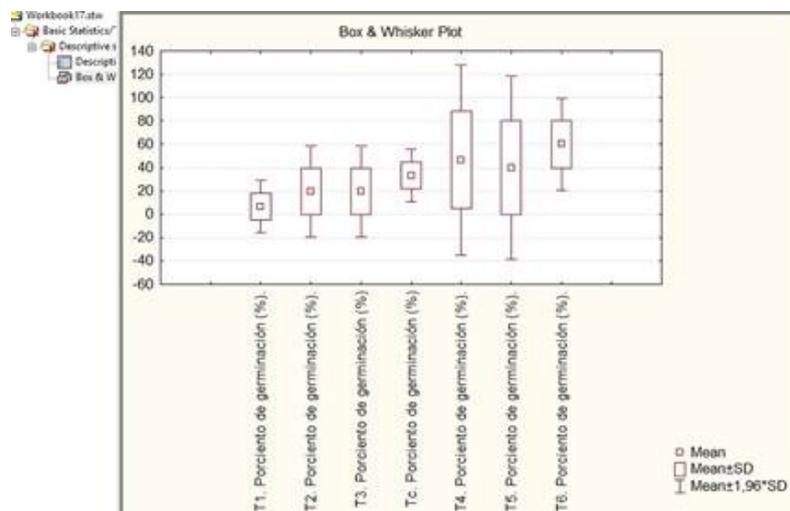


FIGURA 1. Efecto de los tratamientos sobre la germinación de la planta indicadora (sorgo)

**TABLA 3.** Propiedades físicas - químicas del sustrato suelo analizado por tratamiento

Tratamientos	RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS Y FÍSICOS. (*)						
	pH		P	MO	FE	AE	Perm.
	KCl	H <sub>2</sub> O	mg/100g	%	%	%	Log 10K
1 Control	6,68	7,66	3,02	8,39	70,63	50,58	3,09
2 Trat 1 10 mL metano	6,66	7,59	3,53	8,60	69,77	53,56	3,12
3 Trat 2 20 mL metano	6,71	7,53	3,24	8,71	76,79	52,02	3,13
4 Trat 3 30 mL metano	6,68	7,44	3,07	8,87	69,53	47,80	3,12
5 Trat 4 16,27g zeolita	6,68	7,45	3,79	8,28	71,90	50,32	3,25
6 Trat 5 32,20g zeolita	6,70	7,37	4,00	8,50	58,77	57,28	3,10
7 Trat 6 35,27g zeolita	6,82	7,43	3,45	8,39	77,60	59,06	3,25

(\*)-Grupo de Suelos y Biofertilizantes, Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV). Nov, 2022.

### CONCLUSIONES

- Los tratamientos que utilizaron metano T1 (10 mL), T2 (20 mL) y T3 (30 mL) no demostraron una buena efectividad en la eliminación del insecto plaga *Sitophilus spp.*
- Los tratamientos que utilizaron zeolita registraron un satisfactorio control de *Sitophilus spp.*, destacándose el tratamiento T6 con 91,66 % de efectividad.
- Los tratamientos evaluados respecto al control referido a las propiedades físicas y químicas del suelo utilizado como sustrato, no mostraron diferencias significativas lo cual evidencia que los tratamientos alternativos de eliminación de plagas de almacén no influyeron en las propiedades físicas y químicas del suelo estudiado.

### RECOMENDACIONES

- Desarrollar estudios investigativos en el control de *Sitophilus spp.*, utilizando la zeolita con granulometría inferior a 2 mm.
- Valorar el almacenamiento de granos de sorgo utilizando zeolita a escala real, como un método de sostenibilidad ambiental para la eliminación de *Sitophilus spp.*
- Continuar estas investigaciones en el control de plagas de almacén.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W.S.: "A method of computing the effectiveness of an insecticide", *J. econ. Entomol.*, 18(2): 265-267, 1925.

ABBOTT, W.S.: "A method of computing the effectiveness of an insecticide", *Journal of the American Mosquito Control Association*, 3(2): 302-303, 1987, ISSN: 8756-971X.

ALEMÁN-HURTADO, L.: *Estudio de la obtención de alcohol etílico a partir de sorgo*, Inst. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas,

Informe técnico, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, publisher: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, 2015.

CABALLERO, A.; LÓPEZ, E.; SAUCEDO, L.E.R.: "Estudio preliminar de conservación de semillas de sorgo con biogás", *Revista Centro Agrícola*, 32(4), 2005.

CASTELLANOS-ALEMÁN, L.; LORENZO-CRUZ, M.; JIMÉNEZ-CARBONELL, R.: "Acción insecticida más tardía con bioproductos de tres plantas para el control del gorgojo pardo *Acanthoscelides obtectus.*", *Journal of Negative and No Positive Results*, 2(6): 157-164, 2017, ISSN: 2529-850X, Disponible en: <http://www.researchgate.com>.

CRUZ-LORENZO, M.; AGUILERA, R.; CASTELLANOS-GONZÁLEZ, L.: "Efectividad de formulados a base de extractos de Nim, Paraíso y Eucalipto para el control *Sitophilus oryzae* (L).", *Revista Científica Agroecosistemas*, 1(2): 157-164, 2013, ISSN: 2415-2862.

CUNIBERTI, M.: *Almacenamiento de granos (silo bolsa) y calidad*, Inst. EEA Marcos Juárez, Informe de actualización técnica, 2020.

GARCÍA-LARA, S.; ESPINOSA-CARRILLO, C.; BERGVINSON, D.J.: *Manual de plagas en granos almacenado y tecnologías alternas para su manejo y control*, Ed. CIMMYT, Texcoco, Edo. México, 55 p., 2007, ISBN: 970-648-154-0.

GARCÍA-LEAÑOS, M. de L.; ALFONSO, J.A.; NARRO-SÁNCHEZ, J.; CORTÉS-BAHEZA, E.; RIVERA-REYES, J.G.: "Silo hermético para el control de plagas de granos almacenados en Guanajuato, México", *Agricultura técnica en México*, 33(3): 231-239, 2007, ISSN: 0568-2517.

GARCÍA-LEGUIZAMÓN, L.D.; PEÑUELA-MORENO, E.P.: "Tratamiento de suelos contaminados por elementos traza hierro, cromo y aluminio mediante la aplicación de zeolitas como agente inmovilizador", 2022.

- GAVIRIA, J.: *Cuanto tiempo demoran en eclosionar los huevos de los insectos almacenados como Rhizopertha y Sitophilus?*, [en línea], 2021, Disponible en: [http://www.ergomix.com/agricultura/foros/almacenaje-cereales-granos-silos-t49630/?src\\_ga=50](http://www.ergomix.com/agricultura/foros/almacenaje-cereales-granos-silos-t49630/?src_ga=50), [Consulta: 3 de agosto de 2022].
- LENNTECH: *Aplicaciones de la zeolita*, [en línea], 2021, Disponible en: <https://www.lenntech.es/zeolitas-aplicaciones.htm>, [Consulta: 18 de mayo de 2021].
- MARTÍNEZ, H.C.; PÉREZ, A.; CUPULL, R.: “Use of Methane for Elimination one Kind of Warehouse Plague in Grains”, *Asian Journal of Agriculture and Allied Sciences*, 4(1): 28-35, 2021.
- OBERBAUER, S.F.; ESPINOSA-CARRILLO, C.; BERGVINSON, D.J.: *Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control*/por Silverio García Lara, César Espinosa Carrillo y David J. Bergvinson., Inst. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Texcoco, Edo. México, 2007.
- ROMERO, G.: *Control de plagas en productos almacenados*, [en línea], 2016, Disponible en: <file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/1888189258.5.%20Control%20de%20Plagas%20en%20granos%20Almacenados.pdf>, [Consulta: 12 de septiembre de 2016].
- SOCA-NUÑEZ, M.; PEÑA, W.; MARTÍNEZ, F.: “La zeolita como alternativa para el control de plagas en la conservación de granos de Maíz (Zea Maíz) en Cuba”, *Repertorio Científico*, 18(2): 103-107, 2015, ISSN: 2215-5651.

Carlos M. Martínez-Hernández, Dr.C., Prof. Titular, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Carretera a Camajuaní km.5.5. CP: 54830. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. Tel: 53-42-281692. Fax: 53-42-281608, e-mail: [carlosmh@uclv.edu.cu](mailto:carlosmh@uclv.edu.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1853-1195>

Diana Alserhan-Robaina, Ing. Agrícola, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Carretera a Camajuaní km.5.5. CP: 54830. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. Tel: 53-42-281692. Fax: 53-42-281608.

e-mail: [carlosmh@uclv.edu.cu](mailto:carlosmh@uclv.edu.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4917-4218>

Orlando M. Saucedo-Castillo Dr.C., Investigador Titular, Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP).Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Carretera a Camajuaní km.5.5. CP: 54830. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. Tel: 53-42-281692. Fax: 53-42-281608,

e-mail: [carlosmh@uclv.edu.cu](mailto:carlosmh@uclv.edu.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1743-5265>

Marlen Cárdenas-Morales, MSc., Ing. Agrónomo, Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP).Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Carretera a Camajuaní km.5.5. CP: 54830. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. Tel: 53-42-281692. Fax: 53-42-281608,

e-mail: [carlosmh@uclv.edu.cu](mailto:carlosmh@uclv.edu.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-6387-9708>

Conceptualization: C. Martínez. Data curation: C. Martínez. Formal analysis: C. Martínez; D. Alserhan. Investigation: C. Martínez; D. Alserhan. Methodology: C. Martínez. Supervision: C. Martínez; O. Saucedo; M. Cárdenas. Roles/Writing, original draft: C. Martínez. Writing, review & editing: C. Martínez; D. Alserhan; O. Saucedo; M. Cárdenas.

The authors of this work declare no conflict of interests.

The mention of trademarks of specific equipment, instruments or materials is for identification purposes, there being no promotional commitment in relation to them, neither by the authors nor by the publisher

This article is under license [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)