

Efecto de tierra de diatomeas en el control de cochinilla algodonosa (*Pseudococcus* spp.) en guanábana (*Annona muricata*)

Effect of diatomaceous earth on the control of cottony cochineal (*Pseudococcus* spp.) in soursop (*Annona muricata*)

Marisol Rivero Herrada¹, Marco Antonio Hurtado Orellana², Carmen Victoria Marín Cuevas¹,
Mayra Carolina Vélez Ruiz¹

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ²Investigador Independiente

Autor de correspondencia: mrivero@uteq.edu.ec

Recibido: 24/08/2023. Aceptado: 15/01/2024

Publicado el 31 de enero de 2024

Resumen

El cultivo de guanábana puede ser afectado por una diversidad de plagas que afectan su desarrollo normal, medidas para el control de plagas especialmente en flores y frutos son necesarias. El uso de tierra de diatomeas es una alternativa para el manejo de plagas, sin embargo, se desconoce su potencial de control. La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la tierra de diatomeas en el control de cochinilla algodonosa y la incidencia de fumagina en frutos de guanábana. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con siete tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron Tierra de diatomeas (SIO-DEM+) en dosis de 2.00; 4.00; 6.00; 8.00; 10.00 y 12.00 kg ha⁻¹ y control (sin aplicación). Las variables evaluadas fueron: porcentaje de incidencia de las cochinillas, grado de severidad de fumagina en frutos de guanábana. Los resultados obtenidos mostraron que el porcentaje de incidencia de cochinilla algodonosa utilizando la dosis 10.00 kg ha⁻¹ y 12 kg ha⁻¹ disminuyó en más del 40% la incidencia de la plaga. La severidad del daño de la fumagina en frutos de guanábana bajo el efecto de diferentes dosis de tierras de diatomeas disminuyó de grado 3 (2.67 grado severo) a grado 2 (2.00 daño medio) en los tratamientos T5 (10.00 kg ha⁻¹) y T6 (12.00 kg ha⁻¹).

Palabras clave: crecimiento, insecticida orgánico, silicio, plagas.

Abstract

Soursop cultivation can be affected by a variety of pests that affect its normal development, measures to control pests especially in flowers and fruits are necessary. The use of diatomaceous earth is an alternative for pest management; however, its control potential is unknown. For this reason, the objective of the research was to evaluate the effect of diatomaceous earth on the control of cottony cochineal and sooty mold in fruits of the soursop crop. A randomized complete block design (DBCA) with seven treatments and three repetitions was used. The treatments evaluated were diatomaceous earth (SIO-DEM+) in doses of 2.00; 4.00; 6.00; 8.00; 10.00 and 12.00 kg ha⁻¹ and control (without application). The variables evaluated were, percentage of incidence of mealybugs, degree of severity of sooty mold and fruit development (length, thickness and weight). The results obtained showed that the percentage of incidence of cottony mealybug using the doses of 10.00 kg ha⁻¹ and 12 kg ha⁻¹ decreased the incidence of the pest by more than 40%. The severity of sooty mold damage in soursop fruits under the effect of different doses of diatomaceous earth decreased in grade 3 – 2 with the treatments T5 (10.00 kg ha⁻¹) and T6 (12.00 kg ha⁻¹).

Keywords: growth, organic insecticide, silicon, pests.

Introducción

El cultivo de la guanábana (*Annona muricata*) constituye uno de los frutales más prometedores para el Ecuador (Guzmán, 2022). Este cultivo ha evolucionado y se empezó a desarrollar en Ecuador desde el año 2016, debido a la aceptación que ha tenido por los consumidores de frutas tropicales no tradicionales y porque proporciona variados sabores y alto valor nutricional cuyas cualidades terapéuticas favorece la salud de sus consumidores. Las plantaciones de guanábana establecidas presentan tecnologías amigables con el ecosistema, por sus condiciones edafoclimáticas Ecuador constituye uno de los países más prometedores para la producción y comercialización de este cultivo (Cedeño, 2020; Pino *et al.*, 2021).

La cochinilla harinosa o algodonosa (*Pseudococcus* spp.) es conocida por su importancia a nivel comercial, ya que puede afectar todas las etapas de desarrollo del cultivo de la guanábana y causar pérdidas de la cosecha. En ataques fuertes de cochinilla se debilita el árbol provocando caída de flores y frutos (Saunders y Coto, 2001). El debilitamiento de las plantas se debe a la succión de la savia, distorsión y amarillamiento de las hojas y caída prematura de estas. En fuertes infestaciones de cochinillas, favorece el desarrollo de fumagina (*Capnodium* sp.) por la secreción de sustancias azucaradas, lo cual interfiere en la fotosíntesis de la planta de guanábana (Rao *et al.*, 2006).

La fumagina es una enfermedad en la guanábana, el crecimiento del hongo el cual forma una película de color negro en la superficie de los órganos e impide que los rayos solares lleguen a los tejidos, consecuentemente evita el funcionamiento normal de la planta ya que dificulta el proceso de fotosíntesis, inhibe el intercambio gaseoso y transpiración al ocluir las estomas. Infestaciones severas de fumagina retardan el crecimiento, floración, reducen el potencial productivo de la planta y demerita la estética del fruto (Molano, 2007).

Otero y Castellanos (2019) definen que la tierra de diatomeas es un polvo inerte derivado de sedimentos amorfos y compuesto por caparazones fosilizados de algas unicelulares; por tanto, constituye un material ligero de baja densidad y su color se adecua a una variación de blanco al gris oscuro. Contiene aproximadamente 80% de dióxido de silicio, el 20% restante comprende minerales arcillosos, materia orgánica, cuarzo, carbonato de calcio y magnesio. Los pesticidas de tierras diatomeas pueden servir para el control de plagas como cochinilla algodonosa, se percibe como una buena opción para lograr un desarrollo agrícola sostenible en los cultivos agrícolas.

En el cultivo de la guanábana el daño provocado por la infestación de cochinilla algodonosa es considerable, ya que al realizar el enfunde para proteger al futuro fruto desde su etapa inicial, se genera un microclima ideal para la infestación de este insecto y producto de sus excrementos azucaradas sirve de sustrato para la colonización de hongos saprófitos que generan

lo que comúnmente se conoce como fumagina. Además, la presencia de fumagina produce manchas en la fruta de un tono negruzco y la vuelve visiblemente desagradable para su comercialización, lo que ocasiona importantes pérdidas económicas y una baja comercialización en la producción de la guanábana.

Basados en el daño provocado por la cochinilla algodonosa y como consecuencia la presencia del hongo fumagina, que afecta la calidad estética y comercial de los frutos de guanábana y debido a que se han demostrado científicamente los efectos de la tierra diatomeas como un posible pesticida natural para el control de plagas y enfermedades, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la tierra de diatomeas en el control de la cochinilla algodonosa y la incidencia de fumagina en frutos de guanábana, variedad gigante brasileña.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA) Agro avícola Hurtado, ubicado en la Provincia de los Ríos, cantón Ventanas, parroquia Zapotal, recinto la Ercilia. El suelo del local es Franco Arcilloso, de topografía ondulada-plana y pH de 5,7. La temperatura promedio de la zona es de 24 °C, Humedad relativa de 75% y 2,252.2 mm de precipitación (INIAP, 2020).

Fueron evaluados siete tratamientos seis dosis de tierras de diatomeas al 85% de concentración de silicio (SIO-DEM+) y un tratamiento control sin aplicación (Tabla 1). Se utilizó un diseño de bloques completo al azar (DBCA) con 5 repeticiones. Los datos de las evaluaciones de las diferentes variables evaluadas fueron sometidos a un análisis de varianza (ADEVA) y para la comparación múltiple de medias se utilizó la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidad de error. La tabulación de los datos se realizó en la herramienta de Microsoft Excel 2016 y el procesamiento estadístico se efectuó con el Software estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Descripción de los tratamientos	Dosis (kg ha ⁻¹)
T1. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	2.00
T2. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	4.00
T3. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	6.00
T4. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	8.00
T5. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	10.00
T6. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	12.00
T7. Control	Sin aplicación

La investigación se estableció en una plantación del cultivo de la guanábana en producción de la variedad gigante brasileña, con una densidad poblacional de 156 árboles por hectáreas plantados en marco real (8.0 x 8.0 m), con edad

de siete años. Antes de realizar las respectivas evaluaciones en la investigación se determinó el porcentaje de incidencia cochinilla algodonosa el cual reportó una incidencia del 63.0%, lo que se consideró como el principal problema de investigación. El área total del experimento fue 0.50 hectáreas, se seleccionaron cinco árboles por tratamientos (35 en total) y se escogieron 10 flores y frutos por cada punto cardinal del árbol. Cada tratamiento de tierra de diatomeas (SIO-DEM+) en las diferentes dosis estudiadas se aplicó a 10 flores de cinco árboles en cada repetición, para un total de 50 flores y frutos por tratamiento.

Para la aplicación de la Tierra de diatomeas (SIO-DEM+) se utilizó una pulverizadora de espalda con motor a gasolina, con capacidad de 20 litros por hectárea y con boquilla rociadora tipo abanico. El volumen del producto fue regulado y dirigida a las flores y frutos en formación en cada aplicación. La primera aplicación fue realizada a las flores polinizadas en la etapa tres de maduración de la flor del cultivo de guanábana, cubriendo la totalidad de la flor de cada árbol seleccionado por tratamiento. La segunda aplicación fue realizada al momento del enfunde de los frutos en formación.

Como la fruta enfundada genera un efecto de invernadero propicio para el desarrollo de la cochinilla algodonosa y posterior crecimiento de fumagina, a los cinco días después de la primera y segunda aplicación de la tierra de diatomeas se procedió a evaluar el grado de severidad de daños de la fumagina en las frutas seleccionadas por árbol. Las mediciones a las frutas se realizaron cuando la fruta de la guanábana se encontraba completamente formada. El resto de las atenciones durante la etapa del experimento en el cultivo de la guanábana se realizaron con sistema de producción agroecológica y orientaciones técnicas para el cultivo (INIAP, 2014).

Las variables evaluadas fueron el porcentaje (%) de incidencia de cochinilla algodonosa en frutos en inicio de formación (antes del enfunde). La incidencia se determinó por la fórmula indicada por la cantidad de flores polinizadas y frutos afectados por la plaga de cochinilla con respecto a la totalidad de flores y frutos evaluados por árbol en cada tratamiento. Se empleó la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de incidencia de la cochinilla.

$$I = \frac{\text{Total de árboles enfermos}}{\text{Total de árboles muestreados}} * 100$$

I= Incidencia (%)

También se determinó el índice promedio de severidad (IPS) de fumagina en frutos de guanábana en inicio de formación antes del enfunde. Para verificar el índice promedio de severidad de fumagina en frutos de guanábana se utilizó la escala de severidad de daño propuesta por Ploper *et al.* (2006) (Tabla 2).

Tabla 2. Grado y severidad de daños causados por fumagina

Grado	Severidad de daño (%)	Nivel de la enfermedad
0	0	Sano
1	1-5	Daño ligero
2	6-20	Daño medio
3	21-50	Daño severo
4	>50	Daño muy severo

Fuente: Ploper et al. (2006).

Resultados y discusión

Antes de la aplicación de los tratamientos la plantación de guanábana tenía un porcentaje de incidencia del 63.0% de cochinillas algodonosa, como consecuencia de esto el grado de daño de fumagina era muy severo (3 a 4) teniendo en cuenta que, al aumentar la incidencia de cochinillas, incrementa la severidad en grados de la fumagina. Los resultados del análisis de varianza no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$). La severidad de daño de fumagina en el cultivo de la guanábana después de la segunda aplicación, cuando los frutos estaban en inicio de formación antes del enfunde mostraron que los tratamientos de Tierra de diatomeas en las dosis de 12.00 y 10.00 kg ha⁻¹ obtuvieron los mejores resultados, disminuyendo el grado de severidad de daño de fumagina a un valor de 2.00, sin diferir significativamente ($p > 0.05$) entre ellos. No obstante, las dosis antes indicadas fueron significativamente superiores ($p < 0.05$) al resto de los tratamientos. En general todos los tratamientos tuvieron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) con el tratamiento T7 (control) que obtuvo la mayor severidad de daños con un grado 4 (Tabla 4).

Se observa que después de la segunda aplicación del producto al momento antes del enfunde en inicio de formación frutos, el tratamiento T6 obtuvo un porcentaje de incidencia del 10.67%, con el mayor efecto control de la cochinilla, sin diferencias significativas con el tratamiento T5 que obtuvo un valor de incidencia 15.33% de cochinillas (Tabla 3). Comparando con el 63.00% de incidencia que tenía la plantación antes de la aplicación de los tratamientos, hubo una reducción del 40% en la incidencia de cochinilla.

Tampoco fueron encontradas diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos para la severidad de daño ocasionado por la fumagina como un resultado de la incidencia de la cochinilla algodonosa en el cultivo de guanábana después de la primera aplicación de los tratamientos en flores de guanábana luego de la polinización (Tabla 4).

Tabla 3. Incidencia de cochinilla algodonosa en frutos de guanábana en inicio de formación (antes del enfunde) bajo el efecto de los tratamientos

Descripción de los tratamientos	Dosis (kg ha ⁻¹)	Media (%)	
T6. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	12.00	10.67	a
T5. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	10.00	15.33	ab
T4. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	8.00	20.33	bc
T3. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	6.00	22.67	bc
T2. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	4.00	28.67	cd
T1. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	2.00	33.00	d
T7. Control	Sin aplicación	86.33	e
Promedio		31.00	
Coefficiente de variación (%)		9.92	

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ($p > 0.05$)

Tabla 4. Grado de severidad de fumagina en frutos en inicio de formación antes del enfunde

Descripción de los tratamientos	Dosis (kg ha ⁻¹)	Media (Grado)	
T5. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	10.00	2.00	a
T6. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	12.00	2.00	a
T4. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	8.00	2.67	b
T1. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	2.00	3.00	b
T2. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	4.00	3.00	b
T3. Tierra de diatomeas (SIO-DEM+)	6.00	3.00	b
T7. Control	Sin aplicación	4.00	c
Promedio		2.81	
Coefficiente de variación (%)		7.77	

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ($p > 0.05$)

La severidad de daño de fumagina en el cultivo de la guanábana después de la segunda aplicación, cuando los frutos estaban en inicio de formación antes del enfunde mostraron que los tratamientos de Tierra de diatomeas en las dosis de 12.00 y 10.00 kg ha⁻¹ obtuvieron los mejores resultados, disminuyendo el grado de severidad de daño de fumagina a un valor de 2.00, sin diferencias significativas entre ellos, pero si tuvieron diferencias significativas con el resto de los tratamientos. En general todos los tratamientos tuvieron diferencias estadísticas con el tratamiento T7 (control) que obtuvo la mayor severidad de daños con un grado 4 (Tabla 4).

Los resultados obtenidos permiten inferir que hubo un control de la cochinilla al momento después de la segunda aplicación en el enfunde en el inicio de formación de los frutos. Este resultado pudo estar influenciado por las condiciones climáticas que se presentaron en esta época del año en que se estableció el experimento, las condiciones del clima pudo haber ayudado a que la tierra de diatomeas tuviera un mejor efecto control por efecto del silicio directamente, lo anterior también fue considerado por Fimbres (2019) al referir que la eficacia de la tierra de diatomeas se puede ver afectada

por algunos factores como temperatura, humedad relativa, sustratos.

Los resultados mostraron efecto de control sobre cochinillas cuando fue utilizada la dosis de 10.00 kg ha⁻¹ de tierra de diatomeas, lo que significa que las cochinillas necesitan mayor cantidad de tierra de diatomeas para que ocurra una disminución en el porcentaje de incidencia. Estos resultados están sustentados por Fernández y Rodríguez (2020), quienes mencionan que la tierra de diatomeas es un polvo fino similar al talco que se considera no tóxico para los mamíferos y que puede ser utilizado de manera sostenible para la agricultura actual.

En el momento de la formación del fruto, con la segunda aplicación se mostraron los efectos más marcados de la tierra diatomeas en la disminución de la incidencia de cochinilla. Este resultado fue mejor cuando se utilizó la dosis de 10.00 kg ha⁻¹ considerada alta. Al respecto Morelos y Paredes (2017) consideran que la eficacia de la tierra de diatomeas cuando se usa sola contra insectos-plaga depende de una gran cantidad aplicada y un mayor tiempo de exposición.

En general se observó un mayor control de la tierra

de diatomeas sobre las cochinillas a partir de la segunda aplicación y con el tratamiento T5 (10.00 kg ha⁻¹ de tierra diatomeas).

En relación con la severidad de la fumagina esta disminuyó a grado 2 para todos los tratamientos con aplicación de las tierras de diatomeas, en contraste con el incremento de grado de severidad de 3 a 4 en el tratamiento T7 (Sin aplicación). Como consecuencias de la disminución del porcentaje de incidencia de la cochinilla, también disminuyó el grado de severidad de la enfermedad provocada por la fumagina.

Conclusiones

La incidencia de cochinilla algodonosa bajo el efecto de diferentes dosis de tierras de diatomeas disminuyó en 52.33%, con los tratamientos donde se utilizaron las dosis de 10.00 kg ha⁻¹ y 12.00 kg ha⁻¹. La severidad del daño de la fumagina en frutos de guanábana bajo el efecto de diferentes dosis de tierras de diatomeas disminuyó de grado 3 (2.67 grado severo) a grado 2 (2.00 daño medio), con los tratamientos de 10,00 kg ha⁻¹ y 12.00 kg ha⁻¹.

Referencias bibliográficas

- APAEU. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (2020). Uso de tierra de diatomeas en calidad alimentaria y control de plagas. Informe agrícola, NPIC, Centro Nacional de Información Pesticida, Washington.
- Altieri, M. A., Manfrino, A. y Lattari, M. (2018). Alternativas agroecológicas para el control de insectos en los cultivos hortícolas en el parque Pereyra Iraola. (LEISA, Ed.) *Revista de Agroecología*, 34(1), 63. <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-34-numero-1/3222-alternativas-agroecologicas-para-el-control-de-insectos-en-los-cultivos-hortícolas-en-el-parque-pereyra-iraola>
- Cedeño, R. M. A. (2020). *Inventario actualizado de insectos plaga presentes en el cultivo de Guanábana (Annona muricata L.) en la provincia del Guayas* [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil].
- Córdova, M. A. y Iturralde, R. (2020). Estudio de estrategias agroecológicas para la gestión de plagas en frutales de producción ecológica. Uso de tierra diatomeas en control de plagas. Investigación científica, Universidad Politécnica de Valencia, Programa Doctoral en Agroindustria, Madrid.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. (2019). InfoStat versión 2019. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba-Argentina, Obtenido de <http://www.infostat.com.ar>
- Fernández, J. y Rodríguez, E. S. (2020). Ensayo para la mejora de estreses abióticos y bióticos con tierra de diatomeas. Artículo científico, Instituto de Tecnología e Investigación Agrícola, Programa de Maestría en Desarrollo Agrícola, Madrid.
- Guzmán Nevares, M. A. (2022). *Identificación de tipos de injertos utilizados en el cultivo de Guanábana (Annona muricata L.), en el Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo].
- INIAP. 2014. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Repositorio. Guanábana.
- INIAP. 2020. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Mocache, Ecuador.
- Mercedes, L. M. y Paredes, M. (2017). *Determinación del índice trófico de la calidad de agua a partir de la presencia de diatomeas epilíticas en el río Cutuchi, sector Lasso, cantón Latacunga* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi].
- Molano, P. J. T. (2007). Enfermedades del aguacate. *Revista politécnica*, 3(4), 51-70.
- Otero, A. C. y Castellanos, L. (2019). Eficacia de la tierra de diatomeas y la cal sobre ariónidos agriolímácidos. *Revista de Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 583. <https://doi.org/10.21930/rcta.vol20num3art:1587>
- Pino, M. d., Calderón, E., Campos, B., Rodríguez, C. y Vela, J. M. (2021). *Gestión integrada de la Cochinilla blanca del mango*. Informe Agropecuario, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Madrid.
- Ploper, L. D., Escobar, D., Ivancovich, A., Diaz, C. G., Sillon, M., Formento, N. y Saieg, E. (2006). Propuesta de protocolo para muestreo y evaluación de la roya asiática de la soja en Argentina. Avance agroindustrial-Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, 27(3), 35-37.
- Rao, C. N., Shivankar, V. J. y Singh, S. (2006). Citrus mealy bug (*Planococcus citri* Risso) management-a review. *Agricultural Reviews*, 27(2), 142-146.
- Saunders, J. L. y Coto, D. A. (2001). Insectos plaga de la guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas*, 61, 60-68. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6416>
- Zhang, Y., Liang, Y., Zhao, X., Jin, X., Hou, L. y Shi, Y. A. (2019). Silicon compensates phosphorus deficit-induced growth inhibition by improving photosynthetic capacity, antioxidant potential, and nutrient homeostasis in tomato. *Agronomy*, 9(11), 733. <https://doi.org/10.3390/agronomy9110733>

