

Evaluación de la Fosfamina para el control de *Carpoglyphus lactis* (L.) (Astigmata: Carpoglyphidae) en azúcar crudo a granel

Evaluation of the Fosfina for the control of *Carpoglyphus lactis* (L.) (Astigmata: Carpoglyphidae) in raw sugar to bulk

Eduardo Pérez Montesbravo, Rudy de la Maza Aria, Yunaisy Finalé, Ángela Caridad Porras González y Lérica Almaguel Rojas

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5ta. B y 5ta. F, Playa, La Habana, epezl@inisav.cu.

RESUMEN

Desde la alerta de acariosis en el azúcar crudo a granel importado desde Cuba por República Popular China, se han detectado poblaciones de *Carpoglyphus lactis* en diversas muestras y sitios del país. El objetivo del trabajo fue determinar la efectividad de la fosfina (PH_3) para el control del ácaro. Se utilizaron contenedores de acero inoxidable; la infestación de *C. lactis* se realizó directo y en biotrapas, a 0, 15, 30 y 45 cm de profundidad. Se montaron dos variantes: una tratada con PH_3 a 5 tabletas $\cdot m^{-3}$ y un testigo. Se midió la concentración del fumigante a 0, 20 y 40 cm y el retorno del gas (UNIPHOS 250 pm y UNIPHOS 350). Se tomaron muestras de 5 g y 1 kg de azúcar para determinar el número de ácaros y los residuos de PH_3 . La efectividad se determinó por Abbott. Se realizó un análisis de varianza y bifactorial con test de significación de Tukey o prueba de Kruskal-Wallis con comparaciones U de Mann Whitney dos a dos y regresión lineal para definir relación entre tiempo y concentración ($p = 0,01$). Las concentraciones de PH_3 fueron similares en todos los niveles de profundidad, siempre por encima de 300 ppm. No se detectaron residuos. La efectividad contra *C. lactis* fue de $93,31 \pm 1,15 \%$, a los ocho días del tratamiento, semejantes en azúcar y biotrapas. La mayor población de *C. lactis* se registró en los primeros centímetros superficiales (0-15 cm), indicador importante para la implementación de los sistemas de muestreos para el azúcar.

Palabras clave: *Carpoglyphus lactis*, fosfamina, ácaro en azúcar, control productos almacenados.

ABSTRACT

From the acariosis alert in bulk raw sugar imported from Cuba by R. P. China, populations of *Carpoglyphus lactis* have been detected in various samples and sites in the country. The objective of the work was to determine the effectiveness of Phosphine (PH_3), for the control of the mite. Stainless steel containers were used, the *C. lactis* infestation was carried out directly and in biotrapas, at 0, 15, 30 and 45 cm deep. Two variants were mounted one treated with PH_3 to 5 tablets $\cdot m^{-3}$ and a control. The concentration of PH_3 was measured at 0 cm, 20 cm and 40 cm and the gas return (UNIPHOS 250 pm and UNIPHOS 350). Samples of 5 g and 1 kg of sugar were taken to determine the number of mites and PH_3 residues. The effectiveness was determined by Abbott. A variance and bifactorial analysis was performed, with Tukey significance test or Kruskal-Wallis test with two-to-two Mann Whitney U comparisons and linear regression to define relationship between time and concentration ($p = 0,01$). PH_3 concentrations were similar at all depth levels, always above 300 ppm. No residues were detected. The effectiveness against *C. lactis* was $93.31 \pm 1.15 \%$, 8 days after treatment, similar in sugar and bio-traps. The largest population of *C. lactis* was recorded in the first superficial centimeters (0-15 cm), an important indicator for the implementation of sugar sampling systems.

Key words: *Carpoglyphus lactis*, Phosphine, Mites in sugar, Control stored products.

INTRODUCCIÓN

La primera detección de *Carpoglyphus lactis* (L.) (Astigmata: Carpoglyphidae) en azúcar en Cuba fue en una muestra del Laboratorio de Cuarentena de Sanidad Vegetal en 1995, procedente de Ciego de Ávila, sin repercusión sanitaria en el país. Sin embargo, desde la alerta de la acariosis del azúcar crudo a granel cubano importado por la República Popular China (2017) se han detectado poblaciones de este ácaro en diversas muestras y sitios del país. En registros anteriores de ácaros en azúcar se ha señalado a *Suidasia medanensis*

Oudemans (Astigmata: Suidasiidae) en Villa Clara en 1990 y Matanzas en 1993 (Almaguel *et al.*, 2014), *Cheylatus fortis* Oudemans y *C. malaccensis* Oudemans, ambos depredadores generalistas de la familia Cheyletidae, en Ciego de Ávila (Machado, 1998).

Sydney (1939) describió las impurezas de los azúcares parda o morena, y señaló que generalmente contienen una gran variedad de estos; pero la peor era la de los piojos del azúcar (*Carpoglyphus anomus* Haller), y

que causaban “la picazón” de los bodegueros, siendo el primer reporte que se ha encontrado de ácaros en azúcar. Isamu (1956) en Japón realizó investigaciones con *C. lactis* en azúcar y solo fue detectado en azúcares sin refinar. Indicó que en condiciones óptimas de temperatura (28 °C) y humedad relativa (75 %), la población alcanzó hasta 900 ácaros/g en 40 días de cultivo, pero morían en poco tiempo a 37 °C; el crecimiento era lento pero sobrevivían a 15 °C; la humedad baja (42 %) desecaba a los ácaros y a más del 80 % el azúcar empezaba a fermentar rápidamente y producía la muerte de los ácaros en unas semanas.

En China, Zhang *et al.* (1998) indicaron que habían importado 400 000 t de azúcar crudo a granel, entre 1992 y 1997. En los mismos se detectaron ácaros en siete buques, todos procedentes de Cuba. El número máximo de ácaros por kilogramo fue de 19 840, y solo interceptaron a *C. lactis*. Precisan que el ácaro no solo contamina el azúcar en bruto, sino que puede causar serias acariosis intestinales y pulmonares en los humanos. La República Popular China ha establecido una norma de importación de azúcar hacia China, donde no aceptan ningún nivel de ácaro en las partidas de azúcar importadas (Norma Nacional de Seguridad Alimentaria de la OMC, 2013).

A partir del análisis de las intercepciones de ácaros en muestras de productos almacenados (1976-2014) y otros estudios sobre estos ácaros de almacén (Almaguel *et al.*, 2014), en Cuba no se han reportado acariosis producida por *C. lactis* en ningún hospedante. La situación actual del azúcar crudo a granel solo puede explicarse como contaminación por los medios de exportación e importación de productos hacia y desde Cuba.

El control de ácaros en los productos almacenados en Cuba se realiza en el marco del Programa de Manejo Integrado donde se aplican medidas “preventivas” y “curativas”. El objetivo primero es evitar el acceso de plagas o reducir las oportunidades de supervivencia con la aplicación de medidas que incluyen limpieza, prácticas de mantenimiento de la instalación, monitoreo de plagas, control de temperatura y humedad del alimento almacenado y del ambiente, e inspecciones regulares por personal calificado, y según las necesidades combinar con tratamientos químicos (Pérez Montesbravo *et al.*, 2010). Como alternativa de control se utiliza la fosfamina como fumigante alternativo al bromuro de metilo, y los insecticidas deltametrina + butóxido de piperonilo y deltametrina en granos almacenados por largos períodos de tiempo en silos u otras instalaciones (Pérez Montesbravo *et al.*, 2011).

No existen recomendaciones específicas para el control de plagas del azúcar.

El objetivo de este trabajo fue determinar la efectividad de la fosfina (PH_3) en forma de tabletas, que contienen fosfuro de aluminio, bicarbonato amónico y urea para el control de *C. lactis* en azúcar crudo, infestado artificialmente con el ácaro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Departamento de Zoología y Herbología del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. La cría de los ácaros se realizó en el Laboratorio de Acarología.

Para el montaje del experimento se utilizaron tanques de acero inoxidable de aproximadamente 80 L y 50 cm de altura. Se realizó una infestación de *C. lactis* distribuida uniformemente en toda la masa de azúcar a una densidad de 100 ácaros/g y se ubicaron biotampas (dieta artificial) con la misma densidad del ácaro en tres posiciones: en la horizontal (centro y a cada lado) y en cuatro en la longitudinal: desde la superficie (0 cm), a los 15, 30 y 45 cm de profundidad, y se dejaron en reposo 24 horas antes del tratamiento. El ensayo se realizó en condiciones controladas con dos variantes, una tratada con fosfamina (PH_3) a razón de 5 tabletas $\cdot \text{m}^{-3}$ (5 g $\cdot \text{m}^{-3}$ de PH_3) (Lista Oficial de Plaguicidas Autorizados, 2016) y un testigo sin tratamiento con dos réplicas por variante (dos tanques por cada una).

Para el tratamiento con fosfamina se calculó la dosis a emplear por metros cúbicos y se depositó en una placa Petri. Previo a esto se colocaron sondas para medir la concentración del fosfuro de hidrógenos a los 0 cm, 20 cm y 40 cm de profundidad, y una sonda para el retorno del gas. Después de la aplicación de la fosfamina se hermetizaron los tanques con cinta adhesiva para evitar el escape del gas. La concentración del fosfuro de aluminio se midió diariamente durante los siete días que duró la exposición del azúcar al gas en las diferentes profundidades con el equipo de medición de altas concentraciones UNIPHOS 250 ppm; además se monitorearon los posibles escapes con el equipo de determinación de bajas concentraciones UNIPHOS 350.

A los siete días, en adecuadas condiciones de ventilación, se abrieron los recipientes para liberar el gas, y

se continuó midiendo la concentración del fósforo de hidrógeno en el nivel más profundo para determinar el momento ideal para manipular el azúcar.

A las 24 horas de abierto los contenedores se extrajeron las biotrapas, y en cada punto donde estaban ubicadas se tomaron muestras de 5 g de azúcar para determinar el número de ácaros. Para la recolecta y conteo de los ácaros se emplearon los métodos estándares del laboratorio (Almaguel *et al.*, 2014). Se extrajeron los residuos sólidos de PH_3 . Se tomaron muestras de 1 kg de azúcar en tres niveles de profundidad en los tanques tratados con fosfamina para determinar sus residuos por el método de cromatografía gaseosa, según la NRAG 30:2013.

La efectividad técnica de los tratamientos se determinó por la fórmula de Abbott, que es $ET = [1 - (N_t/N_t') \cdot 100]$ (Ciba-Geigy, 1981), donde N_t es el número de individuos de la variante tratada con fosfamina y N_t' es el número de individuos de la variante no tratado o testigo.

Para la comparación de medias se empleó el análisis de varianza (ANOVA) simple y bifactorial, con test

de significación de Tukey, o prueba de Kruskal-Wallis con comparaciones U de Mann Whitney dos a dos, según cumplimiento de los supuestos de las pruebas, utilizando en todos los casos un nivel de significación del 5 %. Además, se realizó una regresión lineal simple y múltiple para definir relación entre tiempo y concentración de fosfamina, para $p = 0,01$, con el paquete estadístico StatSoft, Inc. 2011.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los siete días de tratamiento, los niveles de concentración de fósforo de hidrógeno (PH_3) estuvieron por encima de lo recomendado como efectivo, es decir, 300 ppm (partes por millón). En los primeros dos días alcanzaron el máximo que registra el equipo, 2236 ppm, y a partir del segundo día este valor declinó significativamente hasta alcanzarlos 473 ppm a los siete días (*Fig. 1*). No se obtuvo diferencia en la profundidad de la medición del gas y las concentraciones oscilaron de 1245,388 a 1253,325 (*Tabla 1*).

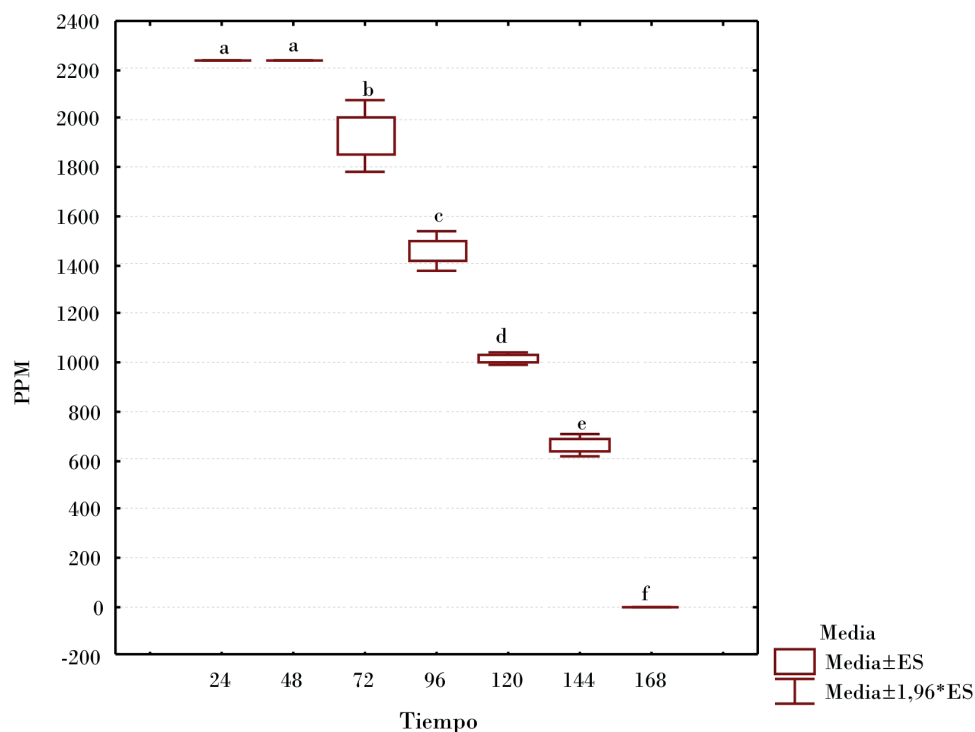


Figura 1. Concentración de fosfamina (ppm de PH_3) a diferentes tiempos (horas) después del tratamiento.

Figure 1. Phosphamine concentration (ppm of PH_3) at different times (hours) after treatment.

Tabla 1. Concentración (ppm) de fosfamina (PH₃) a diferentes niveles o profundidad de la cámara de fumigación, después de la aplicación en azúcar
Table 1. Concentration (ppm) of Phosphine (PH₃), at different levels or depth of the fumigation chamber, after application in Sugar

Nivel de profundidad (NS)	PH ₃ (ppm)		
	Media	Intervalo confianza 95 %	
		Límite inferior	Límite superior
Bajo (45 cm)	1357,714 a	886,185	1829,244
Medio (20 cm)	1361,929 a	890,201	1833,657
Alto (0 cm)	1364,786 a	894,806	1834,766

NS: No hay significación estadística entre los tratamientos.

NS: No statistical significance between treatments.

Después de nueve horas de liberar los contenedores tratados con fosfamina, la concentración de PH₃ disminuyó de 473 ppm hasta alcanzar concentraciones muy bajas (Fig. 2). Para mayor seguridad se recomienda no utilizar o remover el azúcar crudo por un período de 24 horas. SENASA (2010) indica que como mínimo

se debe calcular que el tratamiento demandará unos 10 días, compuestos por dos días para descomposición del fósforo metálico, cinco para la exposición y posteriormente el tiempo necesario para que la concentración en el depósito sea menor a 0,3 ppm, que se estima en tres días con ventilación forzada.

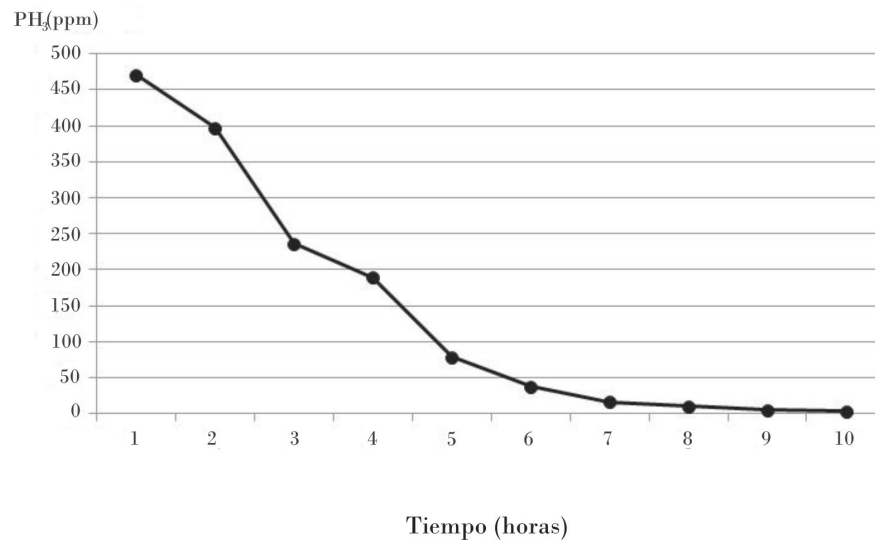


Figura 2. Liberación de fosfamina del azúcar al finalizar el tratamiento.

Figure 2. Phosphine release from sugar at the end of treatment.

A partir del estudio de la dinámica del fósforo de hidrógeno (PH₃), en función del tiempo, el mejor ajuste se obtuvo con una ecuación cuadrática que estima las concentraciones del gas (y), en función del tiempo después de la aplicación (x) con alto nivel de dependencia ($R^2 = 0,99$), superior a la lineal ($R^2 = 0,956$) (Fig. 3).

La efectividad de la fosfamina sobre la población del ácaro en el azúcar (A1) y las biotrapas (A2) fue semejante, con un promedio general de $93,31 \pm 1,15$

(90,87 a 95,76) y sin diferencias estadísticas entre ellos, ni en la profundidad (0, 15, 30, 45 cm) de la cámara de fumigación donde estaban ubicados, ni tampoco en la interacción (Tabla 2). El conteo final de *C. lactis* se realizó a los ocho días, 24 horas después de abrir las cámaras para la ventilación, a temperatura ambiente (28 a 30 °C). El efecto que provocó el fósforo de hidrógeno en las diferentes fases del ácaro no fue evidente sobre los huevos, por lo que no es un producto ovicida. Las larvas recién eclosionadas

(período de incubación 2-3 días) son muy sensibles y mueren; las protoninfas o aquellas que se encontraban en el cambio de fase, en el momento de la aplicación, mueren también; pero las que emergieron o estaban en la segunda fase o deutoninfa forman los hipopus, cuando las condiciones del medio no son favorables; pueden resistir largos períodos, no se alimentan, no se

mueven y están preparados para migrar a otros ambientes; si las condiciones se normalizan, se activan y pasan a ninfas dos activas, hacen la muda o tritoninfa (inactiva) y emerge el adulto.

Este comportamiento es válido para los Astigmata, y manifiesta la resistencia a los fumigantes.

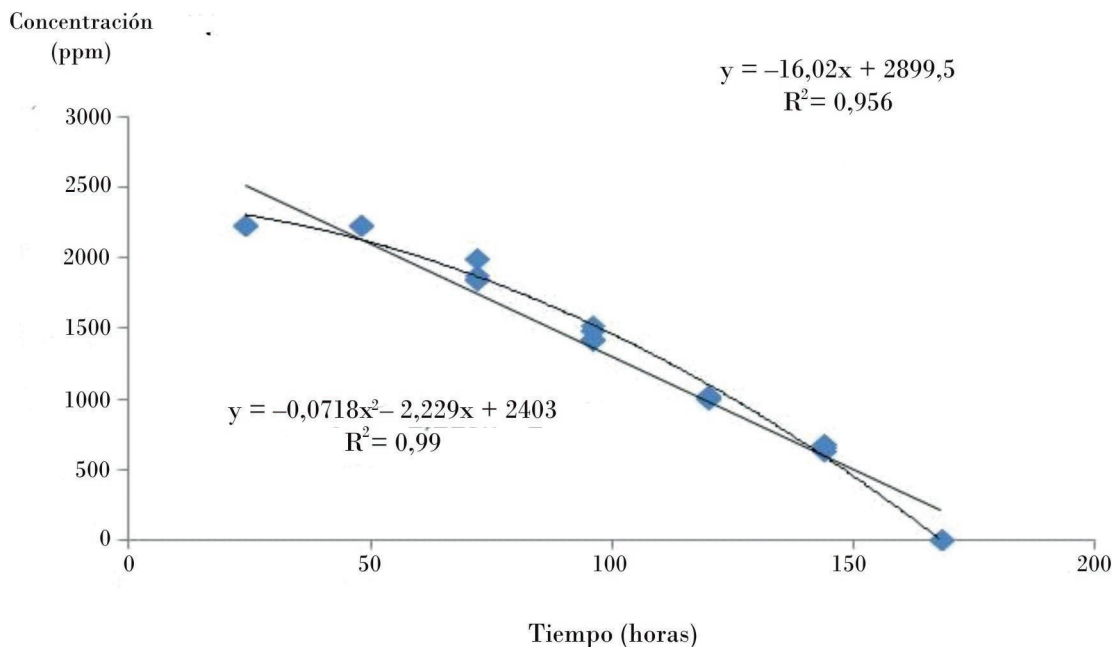


Figura 3. Relación entre la concentración de fosfuro de hidrógeno en la cámara de fumigación y tiempo de exposición.

Figure 3. Relationship between the concentration of hydrogen phosphide in the fumigation chamber and exposure time.

Tabla 2. Efectividad (%) de la fosfamina para el control de *C. lactis* en azúcar (A1) y biotrampas (A2) a diferentes niveles (B) de la cámara de fumigación a los ocho días del tratamiento

Table 2. Effectiveness (%) of Phosphine for the control of *C. lactis* in sugar and biotrampas at different levels (B) of the fumigation camera to the eight days of the treatment

Tratamientos (NS)	Efectividad % (final ocho días) (NS)				Tratamientos (NS)
	0 cm	15 cm	30 cm	45 cm	
PH ₃ Azúcar(A1)	94,00 ± 3,00	88,50 ± 4,50	92,00 ± 4,00	97,500 ± 2,12	93,00 ± 1,80 (A1)
PH ₃ Biotrampas (A2)	90,00 ± 1,41	90,500 ± 2,12	97,00 ± 4,24	97,00 ± 4,24	93,63 ± 1,55 (A2)
Profundidad (cm) (B)	92,00 ± 1,73	89,50 ± 2,02	94,50 ± 2,5	97,25 ± 1,38	93,31 ± 1,16 (B)

NS: No hay significación estadística entre los tratamientos.

NS: No statistical significance between treatments.

El comportamiento antes expresado explica la población viva del ácaro en el azúcar y en las biotrampas (43 y 38 ácaros • ml⁻¹, respectivamente) tratadas con PH₃

a 5 g • m⁻³, con diferencias significativas respecto a los testigos no tratados, con valores de 613 en el azúcar y 590 en las biotrampas (Fig. 4).

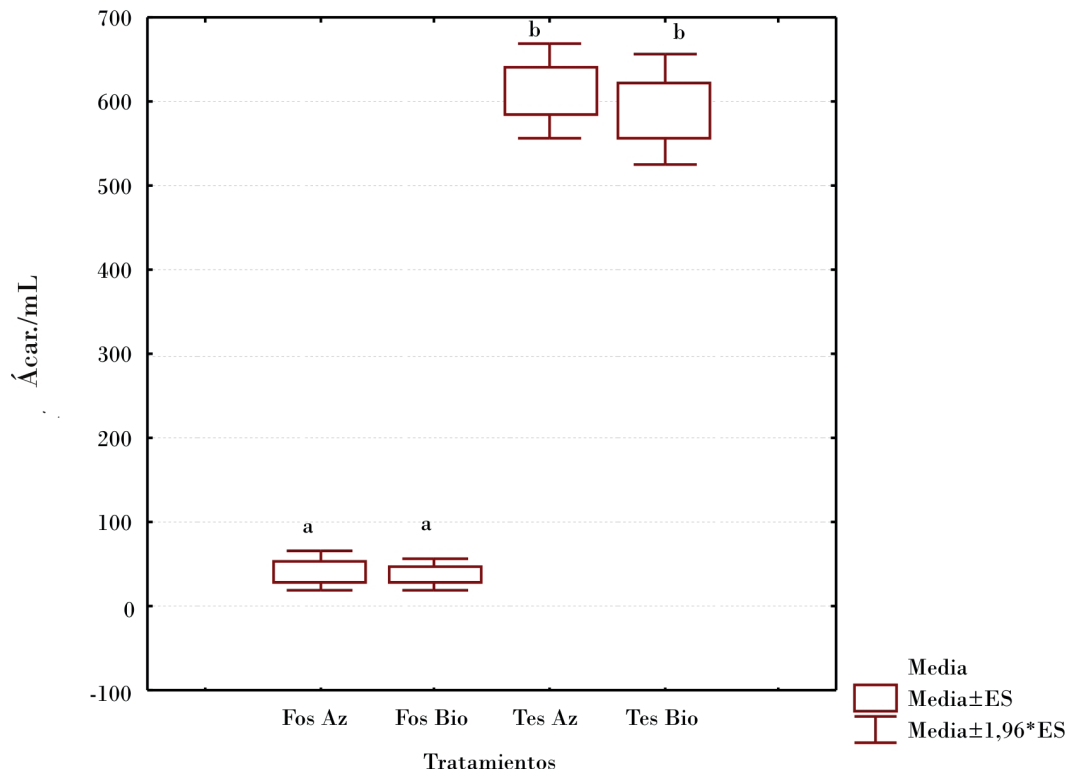


Figura 4. Promedio de ácaros • ml⁻¹ a los ocho días de la aplicación en los tratados (Fos Az, Fos Bio) y los testigos (Tes Az, Tes Bio).

Figure 4. Average mite • ml⁻¹ to the eight days of the application in the treaties (Fos Az, Fos Bio) and controls (Tes Az, Tes Bio).

La mayor población de *C. lactis* se registró en los primeros centímetros superficiales del producto (377 ± 20 ácaros • ml⁻¹), tanto en el azúcar como en las biotruampas tratados y testigos, con diferencias significativas de los ácaros hallados a los 30 y 45 cm; sin embargo, no difiere estadísticamente de la población a los 15 cm, la cual es semejante al del resto de las profundidades (Tabla 3). A pesar de estas diferencias, en los recipientes tratados con PH₃ se obtuvo un efecto de mortalidad del ácaro semejante en todos los niveles de profundidad medidos (54 ± 13, 64 ± 13, 30 ± 13, 15 ± 13 ácaros • ml⁻¹ en la superficie, a 15, 30 y 45 cm de profundidad, respectivamente). En los Astigmatas la respiración la realizan por estructuras distribuidas en las cutículas (Hugues, 1976), por lo que necesitan que los soportes donde se desarrollan sean de textura ligera o porosa. Es por ello que se distribuyen en los productos de manera particular. En el caso del azúcar es evidente que las poblaciones de *C. lactis* sean más altas en los primeros centímetros de los contenedores

o cámaras de fumigación. Esta conducta observada en este trabajo puede ser un indicador para establecer un sistema específico de muestreo en este producto, y en particular para los Astigmatas asociados a las condiciones de almacenamiento.

Tabla 3. Promedio de ácaros • ml⁻¹ a los ocho días de la aplicación en las diferentes profundidades de la cámara de fumigación

Table 3. Average mite/ml at 8 days after application, at different depths of the fumigation chamber

Profundidad (cm)	Ácaros • ml ⁻¹ (Media ± ES)
0	377 ± 20 a
15	333 ± 20 ab
30	287 ± 20 b
45	287 ± 20 b

Teniendo en cuenta que en el azúcar, de los 100 ácaros • g⁻¹ iniciales que se inocularon, la población en los testigos sin tratamiento se incrementaron a 622 ± 63 en el azúcar y en 603 ± 85 ácaros • g⁻¹ en las

biotrapas (dieta artificial), valores muy similares y que indican una tasa de multiplicación de 1:6 ácaros en ocho días. *C. lactis* en condiciones de temperatura de 28-30 °C alcanzó una tasa de crecimiento de 1:10 ácaros en 10 días (Almaguel *et al.*, 2020). Phillips *et al.* (2014) señalaron que en el jamón curado seco sigue siendo uno de los pocos productos básicos en el sur de Estados Unidos, que todavía tiene una exención de uso crítico de bromuro de metilo para controlar el ácaro del jamón (*Tyrophagus putrescentiae* Schrank). Estos autores probaron varias alternativas para el control de este ácaro, e indican que la fosfina fue muy efectiva contra todas las etapas de la vida del ácaro. Bastidas (2019), en su revisión sobre el tema, señala a los ácaros *Glycyphagus domesticus* De Geer (1778) (Astigmata: Glycyphagidae) y *Acarus siro* L. (1758) (Astigmata: Acaridae) dentro de las especies plagas que son combatidas con fosfamina, e indica que los ácaros son muy resistentes y que la fosfina elimina los estadios migratorios, pero que las deutoninfas pueden sobrevivir.

En cuanto a los análisis de residuos de PH₃, no se detectaron en ninguna de las muestras analizadas (0, 20 y 45 cm de profundidad). No obstante, es importante tener en consideración que las tabletas de fosfamina deben ser depositadas en una bandeja y recogidas cuidadosamente sin que se contamine el azúcar con los compuestos del residuo del fosforo de aluminio. SENASA (2010) indicó que a diferencia de otros insecticidas, al término de pocos días los residuos de fosfina en los alimentos tratados suelen estar por debajo de los límites máximos permitidos, pero los fumigantes son muy peligrosos en el momento de la manipulación, y cuando están en concentraciones superiores a 0,3 ppm, de modo que se deben extremar las medidas durante el procedimiento de fumigación.

En Cuba está registrado el uso de la fosfamina a razón de 4 a 6 tabletas (3 g • m⁻³). Para este experimento se utilizó la dosis media (5 tabletas • m⁻³). No existe referencia sobre el uso del fosforo de hidrógeno frente a *C. lactis*; sin embargo, se reporta este fumigante para productos almacenados como granos y harinas para el control de ácaros e insectos (Pérez Montesbravo *et al.*, 2010).

Según Bastidas (2019), el desprendimiento del fosforo de hidrógeno es perceptible por el cambio exterior que experimentan las tabletas o píldoras (*pellets*). Su superficie inicialmente es gris brillante, pasa a ser

mate, más tarde rugoso y blanquecino. De su superficie brota un polvo blanco, su textura se torna quebradiza, su volumen aumenta hasta convertirse en un cúmulo de polvo que representa cinco veces el volumen inicial de los comprimidos. Las tabletas, una vez expuestas al ambiente, tardan de acuerdo con la temperatura y la humedad aproximadamente 48-72 horas en descomponerse totalmente. Las píldoras tardan entre 12-48 horas

La fosfamina se utiliza en la desinfección de almacenes, barcos, locales cerrados, granos y tratamientos de cuarentena. No es agresiva al medio ambiente; tanto el fumigante como sus residuos se descomponen en sustancias que no agreden el mismo. Es un gas altamente activo, un poco más pesado que el aire (densidad = 1,20) con el que se mezcla rápidamente debido a su gran poder de difusión. Es pura, insoluble en agua y grasas, y no produce reacciones químicas con los componentes de las mercaderías tratadas. Por lo tanto, no afecta a los productos fumigados, quedando inalterables sus propiedades químicas, organolépticas, poder germinativo (FUGRAN, 2018).

En la amplia revisión bibliográfica realizada sobre *C. lactis*, solo se han encontrado tres trabajos sobre el control de sus poblaciones: Bell *et al.* (2003) (referido al uso de temperaturas y atmósfera modificada); Wang *et al.* (2008) (proponen medidas de prevención y control ácaro en frutas dulces) y Turgu (Kumral, 2019) (óxido férrico, ozono, cloruro de calcio y gel de sílice, agentes físicos para el control del ácaro en albaricoques secos envasados). Estos últimos autores citan una tasa de mortalidad del 99 % con el tratamiento de ozono, significativamente tóxico, después de la aplicación de 44,4 mg • L⁻¹ (a 39 horas), seguida de óxido férrico a 9000 mg • L⁻¹ de volumen, y cloruro de calcio por encima de 3000 mg • L⁻¹ eliminó todas las hembras en 81 horas. Sin embargo, son abundantes los estudios referidos a su interacción con otros microorganismos y su impacto en la salud (Bell, 2014; Hubert *et al.*, 2014; Chaopin *et al.*, 2015; Zhan *et al.*, 2017; Yong *et al.*, 2017; Riudavets, 2018). También, sobre tablas de vida y en particular el efecto de las temperaturas, para su utilización en la cría masiva de esta especie (Moayeri *et al.*, 2015), y no solo como presa ficticia para la multiplicación masiva de depredadores generalistas, actualmente generalizada y muy desarrollada en el mundo (Belda, 2016), sino como alimento alternativo liberado en campo para el

mantenimiento y multiplicación de esos depredadores (Koppert, 2017; Biosur, 2019).

CONCLUSIONES

- Las concentraciones de fosforo de hidrógeno (PH_3) fueron similares tanto en los niveles superficiales como a los 45 cm de profundidad de la cámara de fumigación. Durante los siete días de tratamiento la concentración se mantuvo por encima de 300 ppm. La concentración más alta se alcanzó al primer y segundo día. A partir de las 24 horas de ventilación, los contenedores de azúcar se pueden manipular sin riesgo. No se detectaron residuo de PH_3 en el azúcar crudo tratado.
- El fosforo de aluminio a dosis de 5 tabletas $\cdot \text{m}^{-3}$ ($5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ de PH_3) mostró alta efectividad contra *C. lactis*, con una media de $93,31 \pm 1,15 \%$, a los ocho días del tratamiento, semejantes en azúcar directo y en las biotampas, sin influencia de la profundidad de la cámara de fumigación.
- La mayor población de *C. lactis*, se registró en los primeros centímetros superficiales (0 -15 cm) del producto, tanto directo como en general, indicador importante para la implementación de los sistemas de muestreos para el azúcar crudo.

REFERENCIAS

- Almaguel L., de la Torre P., Gutiérrez Z., Suárez A., Machado R., Roselló B., Santos M., Díaz Y. y Álvarez L., 2014. Manual de Acarología Agrícola. La Habana, Cuba: CIDI SAV, 343 p.
- Almaguel L., Díaz Y., Porras A. Evaluación preliminar de *Carpoglyphus lactis* (L.) (Astigmata: Carpoglyphidae) en azúcar crudo y dieta alternativa. En arbitraje *Fitosanidad*
- Bastidas H., 2019. Fosfina y su efecto fumigante, aplicación práctica (2a Parte). Monografias.com. <https://www.monografias.com/trabajos10/masa/masa.shtml>. (16 de abril de 2019).
- Bell C. H., 2014. Mites. Food Safety Management. Encyclopedia of Food Safety. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/carpoglyphus-lactis> (6 agosto de 2020).
- Bell C. H., Harral B. B., Wontner T. J., Smith S. T., Conyers K. A. Mills S., Cardwell K., 2003. Modified atmospheres at raised temperature, an alternative to methyl bromide as a means of ensuring clean, pest-free, hygienic standards in food commodities. REPORT FOR LINK PROJECT AFM87. LINKkrepfor10cd. 82 p.
- Tütüncü S., Emekçi M., Navarro S., 2007. The use of modified atmospheres for controlling almond moth, *Ephesia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). <https://www.semanticscholar.org/paper/THE-USE-OF-MODIFIED-ATMOSPHERES-FOR-CONTROLLING-%3T%C3%BCt%C3%BCnc%C3%BCEmek%C3%A7i/a6298d45ac-fdd0b51e540c9f9c2255e7ed843ce0> (11 de agosto de 2020).
- Belda J. E., 2016. ULTIMITE: sobres de última generación de Koppert para la liberación de ácaros depredadores (I + D Koppert España). VI Seminario Técnico-Agronomico-Cajamar/ Coexphal-22/6/2016. <https://www.cajamar.es/pdf/bd/agroalimentario/innovacion/formacion/actividades-de-transferencia/05-.pdf> (6 de agosto de 2020).
- Biosur, 2019. <http://www.biosur.es/2019/03/01/automatizando-el-control-biologico/> (6 de agosto de 2020).
- Chaopin L., Xiaodong Z., Entao S., Jinhong Z., Huiyong W., Ji H. and Jiajia W., 2015. The density and species of mite breeding in the stored products in China. *Nutr Hosp.* 31, 798-807. <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n2/35originalinvestigacionanimal01.pdf> (6 de agosto de 2020)
- CIBA-GEIGY, 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. 2da edición. Basilea, Suiza. 34 p.
- FUGRAN, 2018 Comercial e Industrial S.A. Productos-Venta Phostoxin. <http://fugran.com/es/servicios-acopios/generador-degesch-de-fosfina/> (16 de abril de 2019).
- Hubert J., Nesvorná M., Kopecký J., Ságová-Marečková M., Poltronieri P., 2015. *Carpoglyphus lactis* (Acari: Astigmata) from various dried fruits differed in associated micro-organisms. *J. Appl. Microbiol.* 118, 470-84. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25469657/> (6 de agosto de 2020).
- Hughes A. M., 1976. *The Mites of Stored Food and Houses*, University of London. 400 p.
- Isamu I., 1956. Studies on acaroid mites II.: Observations on the growth requirements of the sugar-mite, *Carpoglyphus lactis* (Linnaeus, 1758). *The Japan Society of Medical Entomology and Zoology.* 7, 183-189, https://www.jstage.jst.go.jp/article/mez/7/3-4/7_KJ00003449941/_pdf-char/en (11 de agosto de 2020).
- Koppert, 2017. Noticias 15 septiembre 2017. <https://www.koppert.es/noticias/la-poblacion-de-swirski-en-pepino-crece-30-veces-mas-con-el-uso-de-carpoglyphus-como-alimento-extra/> (6 de agosto de 2020).
- Lista Oficial de Plaguicidas Autorizados, 2016. República de Cuba. Registro Central de Plaguicidas Autorizados.
- Machado L. R., 1998. Informe Técnico de la Sección de Acarología. Laboratorio Provincial De Sanidad Vegetal (LAPROSAV) Ciego de Ávila, Cuba. (Digital CD RNA)
- Moayeri S., Reza H., Hosein P., Aurang K., 2015. Demographic parameters of dried fruit mite *Carpoglyphus lactis* (Acari: Carpoglyphidae) on Bakrer's Yeast in two different temperatures. *Iranian Journal Of Plant Protection Science (Iranian Journal Of Agricultural Sciences)*. 45, 329-336. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=463273> (8 de marzo de 2019).
- Norma Nacional de Seguridad Alimentaria de la OMC, 2013. Sugar como SPS/N/CHN/625. Norma China del 12 de agosto de 2013.
- NRAG 30, 2013. Sanidad Vegetal. Fosfamina. Determinación de residuos.
- Pérez E., Miralles L., Almaguer L., Vázquez L., Piedra F., Navarro A., Hernández G., Piedrahita J., Sotomayor S., 2010. Manejo integrado de plagas en almacenes, silos, instalaciones de la industria molinera y transportación de alimentos. Santo Domingo, República Dominicana: Editora Centenario. 69 p.
- Pérez E., Miralles L., Hernández G., Navarro A., Almaguel L. *et al.*, 2011. 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. La Habana, Cuba: CIDI SAV, 60 p.
- Phillips T. W., Abbar S., Amoah B., 2014. Research toward developing IPM systems for the ham mite, *Tyrophagus putrescentiae*, following the phase-out of methyl bromide. *Proceedings of the 11th International Working Conference on Stored-product Protection – Resúmen*. pdf 128 p. 850. DOI: 10.14455/DOA.res.2014.130. DOI: 10.14455/DOA.res.2014.130 / (16 abril de 2019)
- Riudavets J., 2018. Gestión Integrada de Plagas en productos almacenados, Boletín SEEA no. 3. <https://higieneambiental.com/control-de-plagas/gestion-integrada-de-plagas-en-productos-alimentarios-almacenados/> (6 de agosto de 2020).
- SENASA 934/2010. Control Integrado de Plagas en granos almacenados y subproductos. Unidad Integrada Balcarce INTA-FCA INTA-PRECOP:

- Eficiencia de Poscosecha. <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1447&io=15900>. <https://www.monografias.com/trabajos10/masa/masa.shtml>. (16 de abril de 2019).
- StatSoft, Inc. 2011. STATISTICA. Data analysis software system. Version 10. www.statsoft.com.
- Sydney W. C., 1939. Sugar, white and brown. *The British Medical Journal*. Aug. 12 de 1939;2 (4101):340. doi: 10.1136/brmj.2.4101.340 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2176937/pdf/brmedj04158-0021.pdf> (3 de marzo de 2017).
- Turgu, V. and Kumral, N. A., 2019. Alternative control agents of the dried fruit mite, *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae) on dried apricots. *Acarological Studies*, 1, 59-64.
- Wang, B. M., Wang, Z. Q., Wu, Z. Y., Wang, X. W. and Fan, Q. H., 2008. The occurrence and control of *Carpoglyphus lactis* (Linnaeus) (Acari: Carpoglyphidae). *Entomological Journal of East China*, 17, 156-160. http://caod.oriprobe.com/articles/15590135/The_occurrence_and_control_of_Carpoglyphus_lactis_Linnaeus__Acari_Carp.htm (11 de agosto de 2020).
- Yong H., Qiang C., Xiao-Dong Z., Chao-Pin L., 2017. *Carpoglyphus lactis* infestation in stored traditional Chinese medicine *Arillus longan*. *Chinese Journal of Schistosomiasis Control*. 29. 773-775. DOI: 10.16250/j.32.1374.2016255 PMID: 9469463. <https://europepmc.org/article/med/29469463> (6 de agosto de 2020).
- Zhang Y., Zheng G., Sun L., Zhang M. y Junxiang R., 1998. Quarantine research on the stored-product mites in imported raw sugar. Proceedings of the 7 th International Working Conference on Stored-product Protection Vol. 2 1844-1845. <http://spiru.cgahr.ksu.edu/proj/iwccspp/iwccspp7.html> /
- Zhan X. D., LI C. P., Chen Q., 2017. Infestación por el ácaro *Carpoglyphus lactis* (Carpoglyphidae) en frutas desecadas (Fructus Jujubae) para usos médicos. *Nutr. Hosp.* [online]. 34, 171-174. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.993>. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112017000100025 (6 de agosto de 2020).



Publique en FITOSANIDAD

Fitosanidad divulga el quehacer de los investigadores y especialistas del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Laboratorios Provinciales y otros centros del sistema; también de otras instituciones del país o extranjeros vinculados al trabajo de la sanidad vegetal.

La revista acepta manuscritos originales (inéditos) en cualquiera de las especialidades directa e indirectamente relacionadas. Estos pueden ser: artículos científicos, reseñas, comunicaciones cortas, resúmenes de tesis, informes técnicos, comunicaciones.

Consulte nuestras normas editoriales



INISAV
Instituto de
Investigaciones
de Sanidad Vegetal