



TLATEMOANI
Revista Académica de Investigación
Editada por Eumed.net
No. 20 – Diciembre 2015
España
ISSN: 19899300
revista.tlatemoani@uaslp.mx

Fecha de recepción: 05 de diciembre de 2015
Fecha de aceptación: 14 de diciembre de 2015

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Yandy Rodríguez Ledesma
yledesma@uniss.edu.cu
Janier R. Rodríguez Amador
Yasel López Pérez
Xiomara Fernández Martíne
Universidad de Sancti Spiritus “José Martí Pérez”

RESUMEN

Se evaluó la marmolina como mineral inerte en el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) durante el periodo de conservación de las semillas. Los parámetros evaluados para estimar la toxicidad en los tratamientos fueron: Porcentaje de mortalidad mediante la fórmula de Abbott (1925), porcentaje de pérdida de los granos $P_p = 100 (N_{gd}/N_{tg}) \times C$, el índice de repelencia $IR = 2G/(G + P)$, y el porcentaje de germinación de la semilla. Se realizó un análisis de varianza en el paquete estadístico statgraphics versión 5.0. Para el análisis estadístico, todos los datos obtenidos fueron transformados en $\arcsin(x/100)^{0.5}$. Los datos obtenidos en el porcentaje de germinación fueron sometidos a análisis de varianza no paramétrica con el test de Kruskal-Wallis. Según los resultados se obtuvieron valores de mortalidad de 100% a los 6 días, con dosis de 0,46 g; 0,81g; 1,74 g. Entre mayor es la dosis de marmolina utilizada en las semillas menor será el ataque del insecto a las mismas y entonces menor el porcentaje

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

pérdida de peso de la muestra. La marmolina es repelente para la broca con un valor de 0.90 de IR. La marmolina aplicada a las semillas para el control de la broca del café no afecta la germinación de las semillas almacenadas por un periodo de 7 meses.

Palabras clave: Café, germinación, polvo mineral, marmolina, semillas almacenadas.

ABSTRACT

Marmolina as a mineral inert material in the control of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) was evaluated during the conservation of coffee seeds. Evaluated parameters to estimate the treatments toxicity were: Percentage of mortality by Abbott's formula (1925), percentage of grain weight loss $Pp = 100 (Ngd / Ntg) \times C$, effects of dust repellent $IR = 2G / (G + P)$, and seed germination. An analysis of variance was used on statgraphics version 5.0 statistical package. For statistical analysis, all data were transformed into $\arcsin (x / 100)^{0.5}$. The data obtained in the germination were subjected to analysis of variance with the unparametric Kruskal-Wallis test. According to the results were obtained 100% mortality values at 6 days, with doses of 0.46 g, 0.81g, 1.74 g. The marmolina is repellent to the insect with a value of 0.90 IR. The marmolina applied to seeds by the control of the coffee berry borer does not affect the germination of seeds stored for a period of 10 months. The insect attack grains was treated with marmolina it's at 0.0% weight loss with 1.74 g. The concentrations used did not affect the germination of seeds coffee (*Coffea arabica* L.) being a period of 10 months conserved with marmolina.

Keys words: Coffee, germination, mineral dust, marmolina, stored seeds.

INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea Arabica* Lin.) se considera de gran importancia en Cuba, no solo por su influencia en el producto interno bruto sino por su relevancia social al constituir fuente de sustento de un amplio segmento de la población en las zonas montañosas (Vázquez, 2005) y Pérez *et al.* (2013) plantean que es uno de los sistemas de producción de más alto valor social, económico, medioambiental y tecnológico que constituye el principal sustento de los pobladores de la montaña e involucra 835,66 hectáreas y 614 productores con sus familias.

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

En los últimos años las producciones de este cultivo han disminuido por el ataque de plagas que limitan la producción, además, de otros factores como las condiciones climáticas, fertilización del suelo, y deficiente manejo de las plantaciones. La broca del café: *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) constituye un problema fitosanitario muy serio para los caficultores en el mundo y en Cuba. Según, Bustillo (2005) Vázquez *et al.* (2005) y Citron *et al.* (2009) el daño que ocasiona la broca al fruto de café, consiste en perforaciones a los frutos afectando tanto el rendimiento como la calidad del producto agrícola y de manera específica compromete la germinación así como la viabilidad de la semilla cuando esta es afectada durante el periodo de conservación.

Según Vázquez (2001) en Cuba se informó por primera vez en 1995, en Buey Arriba, provincia de Granma (Cuba Oriental). Hacia el año 2002, se comenzaron a detectar las primeras afectaciones importantes en el sector cafetalero del Macizo de Guamuhaya (Cuba Central) registrándose niveles de infestación de hasta el 65 % (Grillo *et al.* 2004)

Según Campos (2005), Bustillo (2005) y Vázquez *et al.* (2005) durante la etapa de postcosecha la población persiste afectando tanto las semillas como la viabilidad de estas durante el período de siembra. Lo que sugiere la búsqueda de alternativas que garanticen la conservación de las semillas. En este sentido, Arizaleta *et al.* (2005) señala como importante el deterioro que presentan las semillas durante el periodo de almacenamiento.

En la actualidad, existe una tendencia de carácter mundial hacia la búsqueda de métodos alternativos que proporcionen resultados para el control de insectos en almacenes y que disminuyan las pérdidas económicas pero sin los riesgos que implica el uso de plaguicidas de alta toxicidad para el hombre y el medio ambiente (Silva, 2006). En este sentido, en los últimos años se ha destacado la utilización de productos naturales en el control de insectos en almacenes como: polvos de plantas con propiedades insecticidas, aceites naturales así como el uso de polvos minerales inertes como la zeolita. Sin embargo, no se han realizado estudios referidos anteriormente en semillas de café en condiciones de almacenamiento.

Los materiales inertes mezclados con los granos y semillas almacenadas producen grietas en la cutícula de los insectos asociados, por las cuales se evapora la humedad corporal, lo que ocasiona su deshidratación y muerte por desecación.

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

La marmolina es un polvo mineral inerte que posee una variada composición química, de color blanco, una densidad de 2.77 kg/dm³ con un tamaño de partícula de 0-1200 µ que se obtiene tras el corte industrial de bloques de piedra mármol. La cual puede ser utilizada en la conservación de granos.

Debido a la importancia económica y social del cultivo del cafeto para Latinoamérica y otros países, así como el alto deterioro que presentan las semillas durante el almacenamiento por la afectación de la broca del café el objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad de la marmolina como recurso natural-mineral e inerte en la conservación de semillas de café (*C. arabica* L.) así como su efecto sobre la broca del café.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad de Sancti Spíritus, Cuba. Con la colaboración conjunta de la Estación de Protección de Plantas (EPP) ubicada en el municipio Fomento, provincia de Sancti Spíritus (Cuba).

Para el trabajo se utilizó un diseño de cuatro tratamientos y tres dosis. Los tratamientos se evaluaron en dosis de 0,46 g; 0,81 g; 1,74 g y un testigo sin polvo con tres réplicas cada uno.

Se hicieron 2 repeticiones con el grupo completo de tratamientos en el tiempo. Para el estudio fueron utilizados un total de 54 insectos adultos de *H. hampei* recolectados en semillas secas por especialistas de las EPP.

La marmolina se obtuvo en corta bloques ubicado en el municipio Fomento, Sancti Spíritus y perteneciente a la empresa Mármol Centro (Cuba). La caracterización química del compuesto, se realizó en los laboratorios de la Empresa Geominera del Centro (Villa Clara, Cuba). El volumen de producción de marmolina de la empresa en este municipio es de 1,56m³ semanales aproximadamente.

Debido a que no se encontraron referencias en cuanto al uso de polvos minerales en la conservación de semillas de café, se decidió adoptar metodologías utilizadas por autores que han realizado estudios relacionados con el control de plagas de almacenes con polvos naturales y minerales.

La metodología utilizada fue la propuesta por Lagunes y Rodríguez (1989) la cual se realizó mezclando polvo a razón de 0,46 g; 0,81 g; 1,74 g con 35 g de café

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

respectivamente en frascos plásticos estériles de 285 g. Luego de aplicada la marmolina en los tratamientos se agitó bruscamente para lograr una adhesión homogénea del polvo con la muestra de semilla. Después de realizada la mezcla se procedió a infestar los tratamientos mezclados con 54 insectos.

Para estimar la toxicidad en cada uno de los tratamientos se determinaron las siguientes variables:

Mortalidad: Se evaluó cada día una vez de realizada la infestación y se cuantificaron los insectos vivos y muertos en cada tratamiento y sus repeticiones.

Porcentaje de mortalidad: Se determinó utilizando la fórmula de Abbott (1925) citada por Pérez *et al.* (2012).

$$M = \frac{m_e - m_b}{1 - m_b}$$

Donde:

M = Mortalidad.

me = mortalidad en el tratamiento.

mb = mortalidad en el blanco.

$$m_e = \frac{r}{n} \quad m_b = \frac{r'}{n}$$

r = Insectos muertos en el tratamiento.

r' = Insectos muertos en el blanco.

n = Número de individuos.

$$\% M = \frac{(m_e - m_b)}{(n - m_b)} \times 100$$

Porcentaje de pérdida de peso de los granos (Pp): Fue cuantificado a los 6 días a partir de la infestación, se contabilizó el número de semillas sanas y dañadas. Para su estimación se utilizó la fórmula propuesta por Adams & Schulten (1976)

$$P_p = 100 (Ngd/Ntg) \times C$$

donde Pp es la pérdida de peso (%)

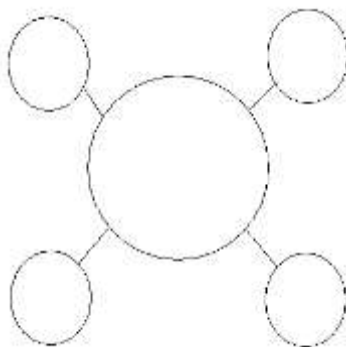
Ngd es el número de granos dañados

Ntg es el número total de granos

C es 0,125; si la semilla es almacenada como grano suelto.

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Repelencia: La metodología utilizada para la evaluación de repelencia fue adaptada de la propuesta por Mazzonetto (2002), Tavares (2002) y Pérez *et al.* (2012). Se utilizó una arena formada por cuatro cajas plásticas circulares, de 5 cm de diámetro y 6.2 cm de altura; la caja central fue conectada con las demás cajas por tubos plásticos de 7 cm de longitud dispuestos diagonalmente. Los tratamientos y el testigo fueron distribuidos simétricamente opuestos y se cambió en número de cámaras periféricas en 4, 3, 2. (Ver anexo 1)



En el recipiente central se liberaron 10 insectos adultos y luego de 24 horas se contabilizó el número en cada recipiente. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones (4x10) y se utilizó la fórmula descrita por Mazzonetto (2002) para determinar el índice de repelencia.

$$IR = 2G/(G + P)$$

donde IR es el índice de repelencia

G es el porcentaje de insectos en el tratamiento

P es el porcentaje de insectos en el testigo.

El polvo mineral es neutro si $IR=1$, atrayente si $IR>1$ y repelente si $IR<1$

Índice de germinación de las semillas:

Se realizó una prueba de germinación de las semillas tratadas para verificar si la marmolina influía en el poder germinativo. Para ello se escogieron al azar 10 semillas por tratamiento y se colocaron en placas Petri con papel de filtro húmedo. Se realizaron tres repeticiones por tratamiento en el tiempo. Se contaron las semillas germinadas y se consideró como 100 % el número total de semillas germinadas en el testigo.

Análisis estadístico.

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Todos los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza en el paquete estadístico statgraphics versión 5.0. Para el análisis estadístico, todos los datos obtenidos fueron transformados en arc sen $(x/100)^{0,5}$. Los datos obtenidos en el porcentaje de germinación fueron sometidos a análisis de varianza no paramétrica con el test de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la evaluación del efecto antiinsecto de la marmolina (Figura 1) (anexo 2), los mejores resultados se obtuvieron con una dosis de 1,74 g produciéndose a las 96 horas un 98,14 % de la mortalidad de los insectos y alcanzando el 100 % a los 6 días. Lo que difiere significativamente del testigo donde en este periodo de tiempo se encontró solo un 24.1 % de mortalidad.

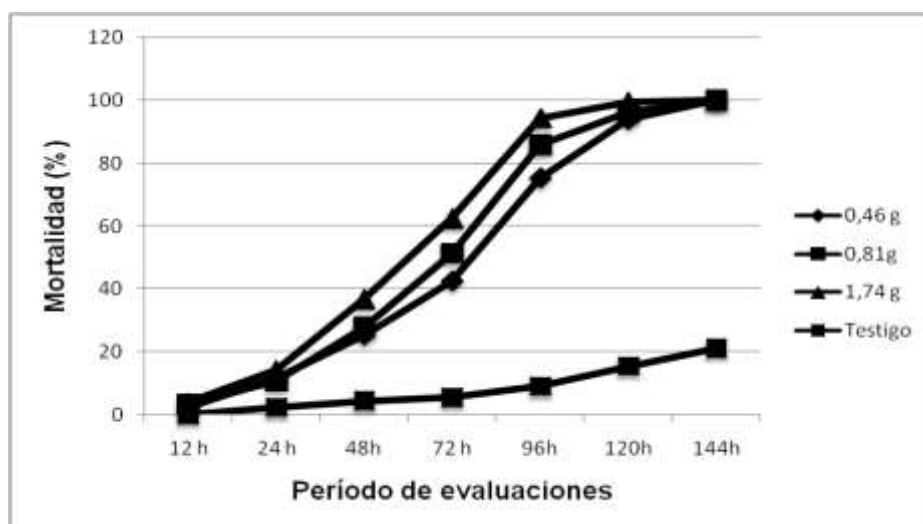


Figura 1. Mortalidad en el tiempo de los insectos con tres dosis de marmolina (efecto antiinsecto).

Estos resultados son superiores a los reportados por Gonzales *et al.* (2006) quienes al utilizar tierra diatomeas en tres concentraciones (0.1 %; 0.5 %; 1 %) obtuvieron 1.67 %; 5.0 % y 26.0 % respectivamente de mortalidad a los 10 días. Los resultados obtenidos en el presente trabajo son superiores a los reportados por los autores anteriormente mencionados debido a que en este estudio se utilizaron concentraciones más elevadas.

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Durante la evaluación se observó que a las 4 horas después de haber estado en contacto la broca con la marmolina, el insecto manifestó síntomas de pérdida de su capacidad de movimiento y síntomas de rigidez. Se comprobó tanto en los experimentos como en sus réplicas que los insectos al morir manifestaban alas extendidas. Este hecho pos mortem es causado por la afectación desecante de la marmolina a los músculos, específicamente los de la locomoción, los cuales, salen del tórax se disponen hacia la base de las alas y provocan la expansión y retracción de las mismas.

La composición química de la marmolina utilizada en este estudio corresponde a CaO-55 %, MgO-95 %, CaCO₃-98.1 % los cuales tienen un efecto desecante y actúan sobre el insecto mediante un proceso físico de desecación, no deshidratándolo sino absorbiendo el agua de la cutícula cerosa externa que protege al insecto de la desecación, al penetrar en las membranas intersegmentales después de entrar en contacto con los mismos. También posee SiO₂-10 % el cual tiene conocidas propiedades insecticidas.

La alúmina nanoestructurada Al₂O₃-14 % presente en el polvo con propiedades insecticidas según Stadler *et al.* (2010), actúa sobre la base de carga electrostática de las partículas y fenómenos de triboelectrificación (Carlton, 1971) (Mimani & Patil, 2001) y a través de la absorción de las ceras cuticulares de los insectos (Cook *et al.* 2008, Stadler *et al.*(2010). McGonigle *et al.* (2002) plantean que en insectos que exhiben cargas eléctricas generadas por triboelectrificación los agregados en polvo se adhieren firmemente a la superficie corporal y la capa de cera de la cutícula puede ser absorbida (secuestrada) por el polvo debido a su alta superficie específica 14m².g⁻¹ (Mimani & Patil, 2001), fenómeno que conduce a la muerte del insecto por deshidratación (Cook *et al.*, 2008).

En este estudio se obtuvieron valores de mortalidad de 74.1 % con una dosis de 0,46 g y 88.9 % con 0,81g. Ambos valores inferiores al obtenido con 1,74 g pero en todos los casos, superiores a los determinados en el testigo.

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Mortalidad: En este trabajo se obtuvo 100 % de mortalidad a los 6 días con las tres dosis en estudio (Tabla 1). Lo cual difiere significativamente con respecto al control donde se registró un 51.8 % de insectos vivos al término de la evaluación.

Tabla 1. Mortalidad de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) a los 7 días con tres dosis de marmolina.

Dosis	Insectos	NIU	Muestra (g)	Mortalidad (6 días) %
0.46 g	<i>H. hampei</i>	54	34 g	100 ^a
0.81 g	<i>H. hampei</i>	54	34 g	100 ^a
1.74 g	<i>H. hampei</i>	54	34 g	100 ^a
Testigo	<i>H. hampei</i>	54	34 g	51,8 ^{ab}

Letras iguales no difieren (P < 0.05 Test de Fisher LSD)

NIU-Número de insectos utilizados

Este resultado supera el obtenido por Silva *et al.* (2006) quienes utilizando una mezcla de *Peumus boldus* Molina:cal (50 %-50 %) al 1 % de concentración sobre *Sitophilus zeamais* obtuvieron un 97.7 % de mortalidad de insectos y coincide con Pérez *et al.* (2012) quienes al comparar los efectos de PAO-2 (2 g) y zeolita (2 g) sobre insectos en almacenes obtuvieron 100 % de mortalidad a partir de los 6 días. Debido a que la zeolita y la tierra diatomeas poseen compuestos similares al de nuestra investigación y son materiales minerales inertes. Sin embargo, los resultados de este estudio difieren con el autor mencionado anteriormente en cuanto a la dosis utilizada siendo la de esta investigación de mejores resultados.

Según lo planteado por Lagunes (1994) un tratamiento prometedor debe ocasionar el 50 % de mortalidad. Según el criterio de este autor y los valores de mortalidad evaluados a los 6 días, se considera efectiva la marmolina en sus tres dosis (0,46 g; 0,81 g; 1,74 g) en el control de *H. hampei* durante el período de conservación de semillas.

Este resultado supera el obtenido por McLaughlin (1994), quien con tierra de diatomeas en el control del *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado (1000 g t⁻¹ grano, 0.1 % p/p), obtuvo 99.0 % y coincide con Pérez *et al.* (2012) quienes al comparar los efectos de PAO-2 (2g) y zeolita (2 g) sobre insectos en almacenes

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

obtuvieron 100 % de mortalidad a partir de los 6 días. Debido a que la zeolita y la tierra diatomeas poseen compuestos similares al de nuestra investigación y son materiales minerales inertes. Sin embargo, los resultados de este estudio difieren con el autor mencionado anteriormente en cuanto a la dosis utilizada siendo la de esta investigación de mejores resultados.

Pérdida de peso de las semillas (Pp).

El tratamiento que ocasionó menor pérdida de peso se obtuvo con una dosis de 1.74 g donde no se encontraron semillas afectadas (Figura 1.2). Lo que significativamente difiere con respecto al control donde se obtuvo un valor de 6.5 % Pp al encontrarse 19 semillas afectadas del total utilizado.

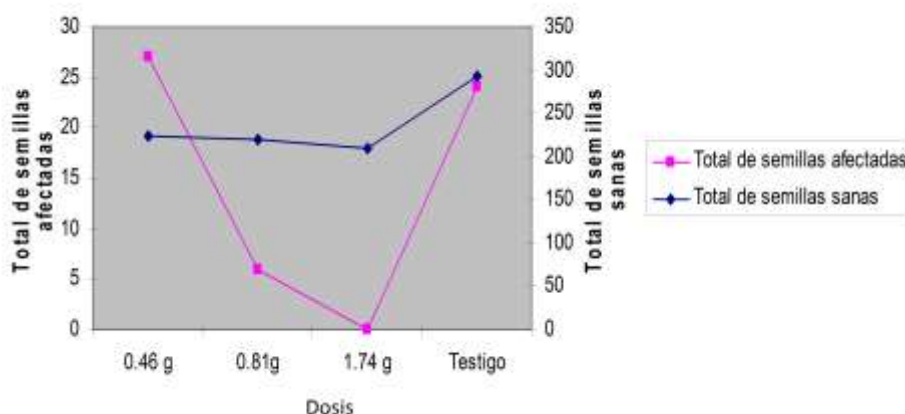


Figura1.2 Nivel de afectación de *H. hampei* a las semillas de café tratadas con tres dosis de marmolina.

Este resultado es superior al publicado por Pérez *et al.* (2012) quienes obtuvieron 2.34 % de valor Pp a una concentración de 1 % (p/p). Los resultados difieren debido a las concentraciones utilizadas por los autores siendo más efectiva la marmolina por el número de químicos abrasivos que posee.

No siendo así para las demás dosis utilizadas donde los valores encontrados fueron de 1.8 % Pp con 0,46 g y 0.4 % Pp con 0,81 g. Lo que arroja como resultado que entre mayor es la dosis de marmolina utilizada el valor del nivel de afectación a la semilla es más cercano a cero (Figura 1.3).

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

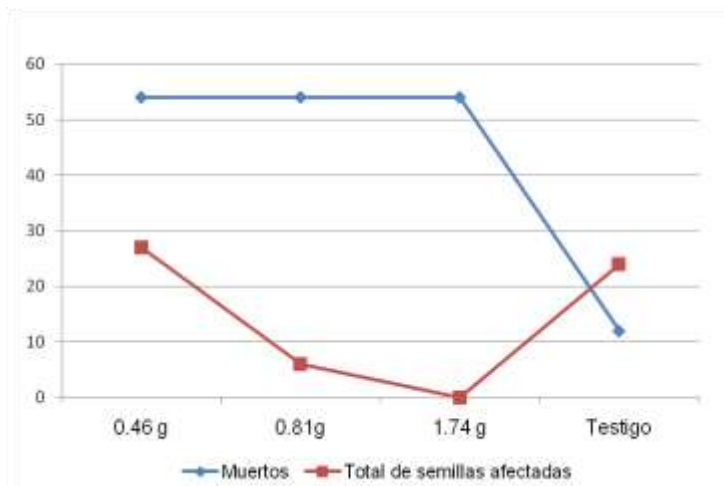


Fig. 1.3 Relación entre insectos muertos y semillas afectadas por *H. hampei* con tres dosis de marmolina.

El análisis estadístico demostró una diferencia significativa entre las medias con un nivel de significación de 5 % (0.05 %). Estadísticamente los resultados arrojan que entre mayor número de insectos muertos menos será el número de semillas afectadas.

Repelencia (IR)

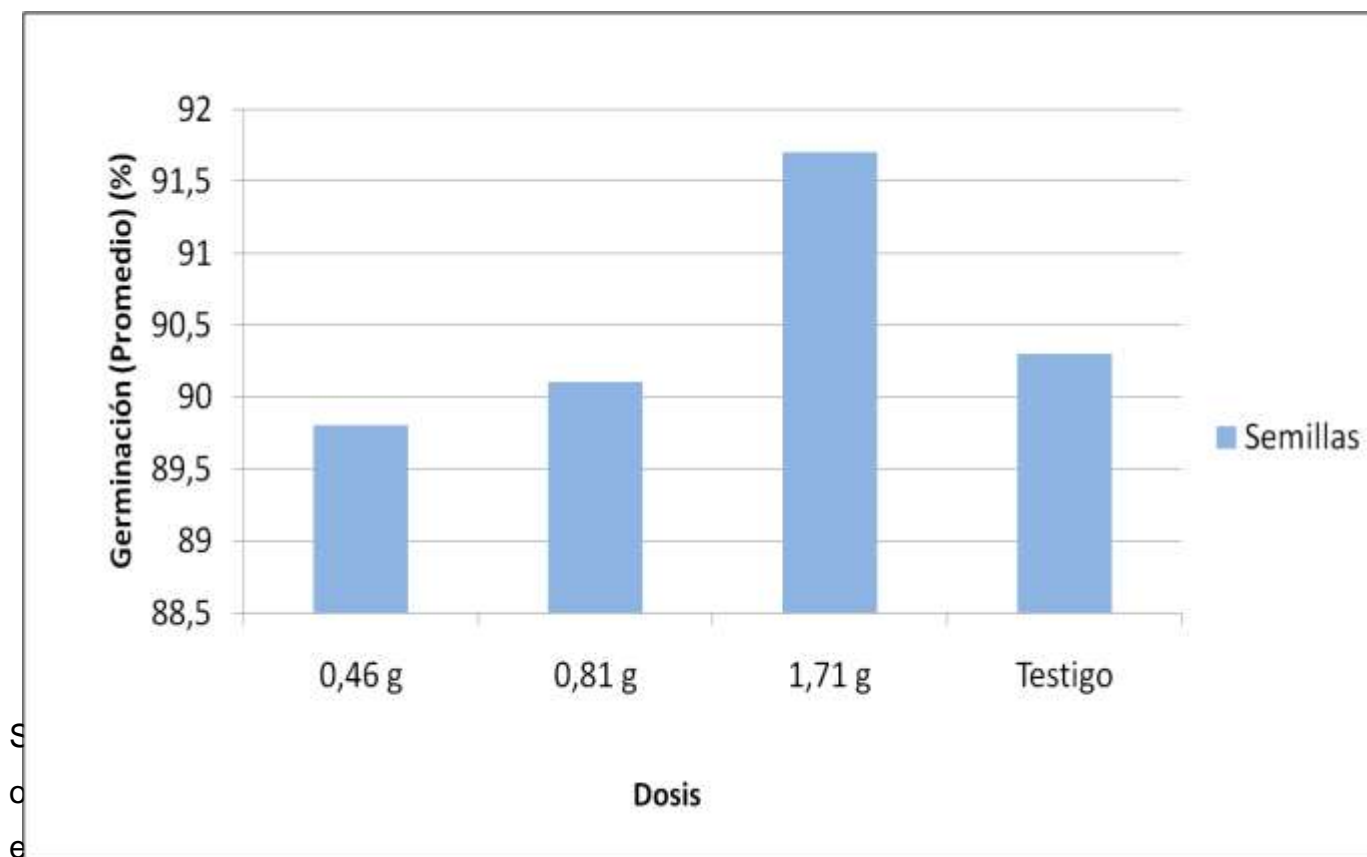
A pesar de que se comprobó que la marmolina mata al insecto por desecación se decidió evaluar el índice de repelencia (IR) para conocer el comportamiento del insecto ante el polvo. La prueba de repelencia arrojó un índice ≤ 1 (0.90) con lo que se puede apreciar claramente que también posee propiedades repelentes resultado que coincide al obtenido por Pérez *et al.* (2012) quienes evaluaron un compuesto similar como la zeolita.

Durante la realización del ensayo de repelencia, a las 24 horas se encontraron insectos en el testigo que previamente habían estado en el tratamiento, lo cual fue posible, observando polvo blanco en la cutícula de los mismos. Bustillo (2006) aseguró que la broca es primero atraída por metabolitos secundarios que produce el cafeto y luego por el color del fruto. También Villalba *et al.* (2006) comprobó que el comportamiento del insecto se hace vulnerable al tratamiento con insecticidas (Al_2O_3 , SiO_2) lo que explica que esta haya migrado del tratamiento al testigo.

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Germinación

La prueba de germinación se realizó a los 10 meses de efectuados los tratamientos (Figura 1.4).



para la exportación de semillas. Resultados similares con otros polvos inertes fueron obtenidos por Silva *et al.* (2004).

Con este estudio se evidencian, las posibilidades de uso de este producto en el manejo de plagas en almacén, provenientes de un material natural abundante en Cuba. El avance en esta investigación contribuirá a reducir el empleo de insecticidas químicos, lo que es de especial importancia en el mercado de productos orgánicos.

En la literatura consultada no se encontraron referencias acerca de investigaciones en semillas de café (*C. arabica* L.) con productos naturales durante su conservación, ni tampoco del efecto de la marmolina sobre la broca del café (*H. hampei*). Sin embargo, esta plaga fue susceptible a los efectos de este polvo. Elemento importante debido a que es el primer estudio que se realiza (Cuba) para el control de la broca (*H. hampei*) en semillas de café en condiciones de almacenamiento.

**CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE
LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE)**

CONCLUSIONES

1. Se considera efectiva la marmolina en sus tres dosis (0,46g; 0,81g; 1,74 g) en el control de *H. hampei* durante el período de conservación de café.
2. Entre mayor es la dosis de marmolina utilizada en las semillas menor será el ataque del insecto a las mismas y entonces menor el porcentaje de peso de la muestra.
3. La marmolina es repelente ante la broca del café con un valor de 0.90 de índice de repelencia.
4. La marmolina aplicada a las semillas para el control de la broca del café no afecta la germinación de las semillas almacenadas por un periodo de 10 meses.

REFERENCIAS

- ADAMS, J.M. and SCHULTEN, G.G.M. (1976), Losses caused by insects, mites and microorganisms. *In*: Postharvest grain loss assessment methods. AACC Compiled by K.L. Harris and C.J. Lindblad. pg.83-93.
- ABBOTT, W.S. (1925), A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ.Entom.* 18:265-267.
- ARIZALETA, M., MONTILLA, J. Y PARES, J. (2005), Efecto del almacenamiento de las semillas de cafeto (*Coffea arabica* L. var. Catuai amarillo) sobre la emergencia. *Rev. Fac. Agron.* 22(3). Disponible desde Internet en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182005000300001&script=sci_arttext (con acceso 21/01/2015)
- BUSTILLO, A.E. (2005), El papel del control biológico en el manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). *Rev. Acad. Col. Cienc. Exac., Fís. Nat.* 29(110):55-69.
- BUSTILLO PARDEY, A.E. (2006), Una revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia 101. *Rev. Col. Ent.* 32(2):101-116. Disponible desde Internet en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_serial&pid=0120-0488&lng=en&nrm=iso (con acceso 0/02/2015).
- CARLTON, J. B. (1971), The quantitative measurement of an electrostatic charge on a housefly by capacitor techniques, Ph.D. Dissertation, Texas A&M University, College Station. 113pp.

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

COOK, D. A., M. E. WAKEFIELD & G. P. BRYNING.(2008), The physical action of three diatomaceous earths against the cuticle of the flour mite *Acarus siro* L. (Acari: Acaridae). *Pest Manag. Sci.* 64: 141-146.

CINTRÓN, BEATRIZ. ;GRILLO, HORACIO. (2009), Dinámica poblacional de *Hypothenemus hampei* (ferrari) (coleoptera: Curculionidae) durante la postcosecha del café en Topes de Collantes, Cuba. *Rev: Centro Agrícola*, 36(2): 71-76; abril-junio, 2009

COOK, D. A. ; M. E. WAKEFIELD & G. P. BRYNING. (2008), The physical action of three diatomaceous earths against the cuticle of the flour mite *Acarus siro* L. (Acari: Acaridae). *Pest Manag. Sci.* 64: 141-146.

LAGUNES, A.; RODRÍGUEZ, C. (1989), Búsqueda de la tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. Montecillo, México: CONACYT/Colegio de Postgraduados, 1989. 150p.

Lagunes A.,(1994). Extractos, polvos vegetales y minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memoria. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, México. 1994. 35 p.

MAZZONETTO, F., (2002), Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós de origem vegetal sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col: Bruchidae). 2002. 134p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

McGONIGLE, D. F., Ch. W. JACKSON & J. L. DAVIDSON. (2002), Triboelectrification of houseflies (*Musca domestica* L.) walking on synthetic dielectric surfaces. *J. Electrostat.* 54: 167-177.

MIMANI, T. & K. C. PATIL. (2001), Solution combustion synthesis of nanoscale oxides and their composites. *Mater. Phys. Mech.* 4: 134-137.

PÉREZ, J.C.; ORIELA, P. ;RAMIREZ, S. ;SURIS, M. (2012), Evaluación de productos naturales para el control de *Lasioderma serricorne* (f.) (coleoptera: Anobiidae) sobre garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en condiciones de laboratorio. *Rev. Protección Veg.* Vol.27 no.1 la habana ene.-abr. 2012 trabajo original revista de protección vegetal versión issn 1010-2752. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522012000100005

(con acceso 14/01/2015)

PEREZ, NANCY. ; CASTELLANOS, L. ; JIMENEZ, R. (2013), Impacto de la entrada de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en la Empresa Municipal

**CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE
LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE)**

agropecuaria de Fomento. Revista Centro Agrícola, 40(1): 5-9; enero-marzo, 2013
(con acceso 5/05/2015)

SILVA, G. ; GONZÁLEZ P. ; HEPP R. ; CASALS P. ; BUSTOS T. (2006), Control de *Sitophilus zeamais motschulsky* con polvos inertes Agrocienza, vol. 38, núm. 5, septiembre-octubre, 2004, pp. 529-536, Disponible: www.redalyc.org/revista.oa?id=302 (acceso 28/01/2015)

SILVA, G. ; GONZÁLEZ P. ; HEPP R. ; CASALS P. ; BUSTOS T. (2006), Control de *Sitophilus zeamais motschulsky* con polvos inertes Agrocienza, vol. 38, núm. 5, septiembre-octubre, 2004, pp. 529-536, Disponible: www.redalyc.org/revista.oa?id=302 (acceso 28/01/2015)

SILVA GONZALO AGUAYO, PAULINA GONZÁLEZ GÓMEZ, RUPERTO HEPP GALLO, PEDRO CASALS BUSTOS.(2004), Control de *Sitophilus zeamais motschulsky* con polvos inertes Agrocienza, vol. 38, núm. 5, septiembre-octubre, 2004, pp. 529-536, Disponible: www.redalyc.org/revista.oa?id=302 consultado 28 enero 2015

STADLER, T.; BUTELER, M.; WEAVER, D.K. (2010), Nano insecticidas: Nuevas perspectivas para el control de plagas. Rev. Soc. Entomol. Argent. 69 (3-4): 149-156, 150, 2010

TAVARES, M.A.G.C.,(2002), Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae), em relação a *Sitophilus zeamais* (Col.: Curculionidae). 2002. 59p. Tese (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VÁZQUEZ, L. L.; R. GARCÍA Y E. PEÑA.(2005), "Observaciones sobre la presencia de brocas del café (*Hypothenemus hampei*) en los frutos que caen al suelo," Revista Fitosanidad, La Habana, Cuba, 9(2): 47-48, 2005.

VILLALBA, D. A.; BUSTILLO, A. E.; CHÁVES, B. (2006), Eficacia de insecticidas para el control de la broca en relación con el desarrollo de los frutos de café. Revista Cenicafe. 69 (3-4): 149-156

Anexo 1 Prueba de repelencia

CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ CON POLVO DE MÁRMOL PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ: *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)



Anexo 2. Efecto antiinsecto

