

## Susceptibilidad de genotipos de maíz al ataque de dos generaciones de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en el laboratorio

Kelmis Silvera B<sup>1</sup>, Hernando Suárez G<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Magdalena, Colombia. E-mail: [ing.kelmis@hotmail.com](mailto:ing.kelmis@hotmail.com).

<sup>2</sup>Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Colombia. E-mail: [hersugo@hotmail.com](mailto:hersugo@hotmail.com)

### Resumen

SILVERA B KELMIS, SUÁREZ G HERNANDO. 2013. Susceptibilidad de genotipos de maíz al ataque de dos generaciones de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en el laboratorio. ENTOMOTROPICA 28(2): 65-73.

Se evaluó la susceptibilidad de genotipos de maíz, con diferentes características fenotípicas, al ataque de dos generaciones de *Sitophilus zeamais*, en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Magdalena, localizada en Santa Marta, Colombia. El estudio se realizó con 8 genotipos de maíz: cuatro híbridos (NB7253, NB7206, NB7315 y NB7453) y cuatro materiales criollos (Cuba amarillo, Puya samario, Blanco criollo y Puya vallenato). Para medir la susceptibilidad de los maíces se utilizó la fórmula de Dobie (1974) que considera el número de gorgojos que emergen diariamente de los granos infestados y el tiempo medio de desarrollo a partir de la fecha de infestación. Los resultados obtenidos muestran que para la primera generación (F1), el híbrido NB7453 fue igual al híbrido NB7206 y al crillo Puya samario, pero menos susceptible que el resto de los materiales. Con la segunda generación del gorgojo (F2), el híbrido NB7315 fue igual al híbrido NB7453, pero menos susceptible que el resto de los materiales. Las características físicas consideradas en el estudio no explicaron el comportamiento del gorgojo para preferir un genotipo en particular, considerando que no se correlacionaron entre sí, ni con ninguna otra variable.

**Palabras clave adicionales:** Gorgojo del maíz, granos almacenados, manejo de plagas, resistencia genética.

### Abstract

SILVERA B KELMIS, SUÁREZ G HERNANDO. 2013. Susceptibility of maize genotypes to the attack of two generations of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) in the laboratory. ENTOMOTROPICA 28(2): 65-73.

The objective of this work was to evaluate the susceptibility of maize genotypes with different phenotypic characteristics to the attack of two generations of *Sitophilus zeamais*. The work was performed in the laboratory of Entomology at the University of Magdalena, Santa Marta, Colombia. The study was conducted with 8 genotypes of corn: four hybrids (NB7253, NB7206, NB7315 y NB7453) and four landraces: (Cuba amarillo, Puya samario, Blanco criollo y Puya vallenato). To measure the susceptibility of maize was used the formula of Dobie (1974), which considers the number of weevils that emerge daily from infested grain and half development time from the date of infestation. For the first generation (F1), the hybrid NB7453 was similar to the hybrid NB7206 and the landrace Puya samarium but less susceptible than other materials. For the second generation (F2), the hybrid NB7315 was similar to the hybrid NB7453, but less susceptible than other. Physical characteristics considered in the study did not explain the behavior of the weevil to prefer a particular genotype, considering that were not correlated with each other or with any other variable.

**Additional key words:** Corn weevil, genetic resistance, pest management, stored grains.

## Introducción

Las pérdidas poscosecha asociadas con plagas de granos almacenados, plantean un serio problema en países en vías de desarrollo, en especial para productores de escasos recursos. Se ha indicado que en regiones tropicales las pérdidas pueden ascender al 40 % (García y Bergvinson 2007). Para reducir estas pérdidas, el maíz por presentar elevada variabilidad genética, es considerado un óptimo objeto de estudio para la selección y mejoramiento de genotipos resistentes a insectos plagas durante el almacenamiento (De Souza et al. 2006).

La familia Curculionidae comprende un grupo grande de gorgojos que contienen algunas de las más serias plagas de cultivos y granos almacenados; miembros de ésta familia constituyen las más destructivas especies plagas de granos almacenados (Sallam 2008), destacando *Sitophilus zeamais* (Motschulsky), que es considerado la plaga de maíz almacenado más importante del mundo (García et al. 2003), ya que además de ser difícil de controlar, puede causar grandes pérdidas de peso y disminución de las características nutricionales en los granos (Santos et al. 2006).

El manejo y control de plagas en almacén, tradicionalmente se ha realizado por medio de productos químicos; sin embargo, esta medida resulta desventajosa por los altos costos, por los requerimientos de mano de obra y por los efectos nocivos que se generan por su uso; por tal razón, es necesario hacer estudios de exploración de germoplasma de maíz, con el fin de encontrar fuentes de resistencia al ataque de plagas de almacén como alternativas al uso de estos productos (García et al. 2005).

La tolerancia del maíz, al ataque de insectos, ha sido atribuida a factores como dureza, tamaño y textura del grano, contenido de amilosa, contenido de fenoles, presencia de sustancias antialimentarias y ácidos felúrico y cumárico, así como al espesor del pericarpio y al contenido

de humedad (Palafox et al. 2008). Redondo y Suárez (2008), al evaluar el comportamiento de maíces criollos al ataque de *S. zeamais* encontraron que el genotipo Cariaco morado, con endospermo duro, pericarpio áspero, forma puntuda del grano y tamaño pequeño, presentó el menor Índice de susceptibilidad; así mismo, el genotipo Cariaco amarillo, con endospermo dentado, pericarpio suave, forma del grano aguzada y tamaño grande, fue el más susceptible.

Los resultados obtenidos por Santos et al. (2006), al evaluar el índice relativo de susceptibilidad de líneas de maíces con calidad proteínica modificada, al ataque de *S. zeamais*, indican que un grupo de éstos maíces híbridos pueden ser portadores de genes para resistencia, y que esto puede ayudar para que necesariamente estos maíces no sean los más susceptibles al ataque del gorgojo. Así mismo, Ivbiljaro (1981) al evaluar nuevas variedades de maíz, por infestación poscosecha al *S. zeamais*, a través del índice de susceptibilidad, encontró valores que van de 3,01 en un maíz amarillo, considerado resistente, a 9,53 en los materiales más susceptibles.

El objetivo de este trabajo fue evaluar 4 genotipos de maíz híbridos y 4 criollos, con diferentes características físicas, al ataque de dos generaciones de *S. zeamais* (Coleoptera: Curculionidae).

## Materiales y Metodos

Este trabajo fue realizado en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Magdalena, localizada en Santa Marta, Magdalena, Colombia, geográficamente localizada a 74° 07' longitud Oeste y 11° 11' latitud Norte, con una temperatura promedio de 28 °C y humedad relativa de 70 %.

Los adultos de *S. zeamais* que se usaron en el estudio, se obtuvieron de una cría mantenida en el laboratorio de entomología de la Universidad del Magdalena, conforme a la técnica propuesta por Strong et al. (1967), los cuales tenían dos

semanas de edad al momento de la infestación de los genotipos y fueron sexados según las indicaciones de Halstead (1962).

Los genotipos fueron identificados y clasificados considerando sus características fenotípicas (Cuadro 1). Puya samario y Blanco criollo fueron obtenidos en comercializadoras de maíz en Santa Marta, Cuba amarillo y Puya vallenato fueron obtenidos en Valledupar (Cesar) y los híbridos NB7443, NB7315, NB7206, NB7253, fueron aportados por una compañía privada. Estos maíces híbridos han sido liberados comercialmente y se incluyen tratando de hacer posibles comparaciones relativas. Tanto los materiales híbridos como los criollos, presentaron endospermo duro.

Las muestras de granos, sin tratar con insecticidas, se colocaron en un freezer (-4 °C) por un periodo de 15 días para eliminar cualquier infestación de insectos y la humedad inicial y final de los granos de cada genotipo (Cuadro 2), fue medida con un determinador de humedad marca Ohaus.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 8 tratamientos y tres repeticiones. Las muestras de cada genotipo, fueron colocadas en vasos de icopor de 12 onzas de capacidad, con tapas plásticas con orificios en la parte central para permitir la aireación, más no el escape de los gorgojos. Para la separación de los gorgojos de los granos se utilizaron bandejas con mallas Nº 40. Cada muestra de los genotipos (100 g /repetición) fue infestada con 10 hembras y 10 machos de *S. zeamais* por un período de 10 días para permitir la oviposición; pasado ese tiempo, esos insectos se retiraron. A partir de los 30 días después de la infestación, se verificó la emergencia diaria de los insectos de la progenie F1 en cada genotipo. Se obtuvo el número total de insectos F1 y el periodo promedio de desarrollo para cada repetición. Obtenido el número suficiente de insectos F1 se dispuso de nuevas muestras de los mismos genotipos, las cuales se sometieron a las mismas condiciones y

se realizó la parte correspondiente para obtener la segunda generación. En ésta segunda parte del estudio, se utilizaron 200 granos por cada genotipo, por repetición (Santos et al. 2006) y se infestaron con 10 hembras y 10 machos del gorgojo.

Para el análisis de los datos se realizó un análisis de varianza, una prueba de media (Tukey 5 %) y un análisis de correlación entre las diferentes variables. Se usó el programa estadístico Statgraphics plus 5.1.

Cuando los datos no fueron normales para la variable en estudio, se transformaron usando  $\sqrt{x+0,5}$  para conseguir el ajuste requerido para el análisis de varianza. La susceptibilidad de los diferentes genotipos se evaluó a través del Índice de susceptibilidad (IS) propuesto por Dobie (1974), que considera el número de insectos emergidos por día y el tiempo promedio de desarrollo, como se muestra a continuación:

$$IS = (\text{Log } \Sigma X/T_x) \times 100$$

$$T_x = \Sigma (X.Y) / \Sigma X$$

Dónde:

$T_x$  = Tiempo promedio de desarrollo.

$X$  = Número de insectos emergidos cada día.

$Y$  = Número de días de infestación a emergencia.

## Resultados y Discusión

### Número de gorgojos F1 emergidos de los genotipos

El cuadro 3 muestra el número de gorgojos emergidos de los genotipos. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $F= 9,8^{**}$ ;  $P>0,000$ ), indicando que hubo efecto de los genotipos en el número de gorgojos emergidos. Comparativamente los genotipos híbridos presentaron el menor número de gorgojos emergidos, no obstante solo NB7453 fue significativamente diferente a los maíces criollos. El Puya vallenato presentó el mayor número de gorgojos emergidos.

**Cuadro 1.** Identificación y características de los genotipos de maíz a evaluar por susceptibilidad al ataque de *S. zeamais*.

Tratamientos	Genotipos	Tamaño cc/100gr	Color del grano	Forma grano
T1	NB7453	0,48	amarillo	rectangular
T2	NB7315	0,36	blanco translucido	rectangular
T3	NB7206	0,33	blanco perlado	irregular
T4	Cuba amarillo	0,37	amarillo	triangular
T5	Puya samario	0,37	amarillo	cilíndrico
T6	Blanco criollo	0,49	blanco	triangular-irregular
T7	Puya vallenato	0,36	amarillo	triangular
T8	NB7253	0,40	amarillo claro	triangular

**Cuadro 2.** Contenido de humedad de los granos de cada genotipo al inicio y final del experimento.

Tratamientos	Genotipos	Humedad inicial	Humedad final
T1	NB7443	12,2	7,45
T2	NB7315	12,4	7,90
T3	NB7206	12,5	8,20
T4	Cuba amarillo	12,4	9,00
T5	Puya samario	12,0	8,75
T6	Blanco criollo	12,6	8,70
T7	Puya vallenato	12,8	8,40
T8	NB7253	12,3	8,30

**Cuadro 3.** Número promedio de gorgojos de la progenie F1 de *S. zeamais* emergidos de los genotipos de maíz con diferentes características.

Genotipos	Número de Gorgojos ( $\bar{x}$ ) <sup>1</sup>
1. NB 7453	5,33 A
2. NB 7315	15,60 AB
3. NB 7206	27,33 ABC
8. NB 7253	31,00 ABCD
5. Puya samario	104,66 BCD
4. Cuba amarillo	133,00 CD
6. Blanco criollo	166,66 CD
7. Puya Vallenato	231,00 D

<sup>1</sup>Promedios de tres repeticiones. Promedios seguidos por la misma letra no difieren entre si al 5 % de probabilidad según prueba de Tukey. Para análisis estadístico los datos fueron transformados por  $\sqrt{x+0,5}$ .

Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Suárez et al. (1994) y Redondo y Suarez (2008) quienes observaron que maíces comerciales duros y suaves y maíces criollos presentaron el mayor número de gorgojos de la progenie F1. Así mismo, Kitaw et al. (2001) concluyeron que de la mayoría de híbridos comerciales evaluados por resistencia al gorgojo, emerge menor número de progenie F1 al compararlos con variedades, lo cual, en general, concuerda con lo observado en nuestro estudio.

### Periodo de Desarrollo de la F1

El periodo medio de desarrollo del gorgojo en la F1, se presenta en el cuadro 4. El análisis de varianza, ( $F=18,8^{**}$ ;  $P>0,000$ ), mostró que los genotipos presentaron diferencias altamente significativas en el número de días requeridos por el insecto para emerger de los granos; el genotipo híbrido comercial NB7453, con endospermo duro, color amarillo, tamaño grande, fue el menos susceptible al desarrollo del gorgojo con un promedio de 47 días, siendo significativamente diferente al resto de genotipos. El genotipo criollo, Puya vallenato, con endospermo duro, color amarillo y tamaño menor que el anterior, fue el más susceptible con una duración de 38,66 días. Hubo poca variabilidad en el tiempo de desarrollo, entre los diferentes genotipos.

El cuadro 5 muestra el Índice de Susceptibilidad de cada genotipo de maíz, obtenido a partir de los datos registrados en las tablas anteriores, según Dobie (1974). El análisis de varianza ( $F=14,13$ ;  $P>0,000$ ), mostró diferencias significativas entre tratamientos. El Índice de Susceptibilidad del híbrido comercial NB7453 presentó diferencias significativas con la mayoría de los genotipos, excepto con el criollo Puya samario y el híbrido NB7206. Este híbrido presentó el menor número de gorgojos emergentes y el mayor tiempo para que se desarrollaran los gorgojos, siendo uno de los más resistente de los genotipos, lo cual concuerda con lo observado por Redondo y Suarez (2008), Santos et al.

(2006) y Suarez et al. (1994) en genotipos con similares características. El genotipo Puya vallenato presentó el mayor número de gorgojos emergidos y el menor tiempo de desarrollo como consecuencia presentó el mayor Índice de Susceptibilidad, aunque no difiere del Blanco criollo y del Cuba amarillo. .

En el presente estudio, ninguno de los parámetros estudiados parece ser responsable del comportamiento de los genotipos ante el ataque del *S. zeamais*. Adesuyi (1979) indica que la resistencia de genotipos al ataque del gorgojo está relacionada con la presencia de alcaloides tóxicos o aminoácidos en los granos, revestimiento de la semilla que impide la oviposición, enzimas digestivas inhibitoras y dureza del grano.

Rampath et al. (1999) indican que contenidos fenólicos son bien conocidos por estar directamente envueltos en la resistencia a insectos en muchas plantas. La característica física de dureza del grano, presentada por todos los genotipos en estudio, es contrastante para el índice de susceptibilidad, pues mientras el más susceptible es de carácter duro, también lo es el menos susceptible. Suarez et al. (1994) al estudiar características físicas y químicas de genotipos de maíz contra *S. zeamais*, concluyeron que ninguna de esas características evaluadas tuvo que ver con el comportamiento de los diferentes genotipos ante el ataque del gorgojo.

### Valores de correlación entre las variables.

El cuadro 6 muestra las correlaciones entre las variables consideradas. El número de adultos emergidos (AE) y el tiempo de desarrollo (TD), se correlacionaron significativamente con el Índice de Susceptibilidad ( $r=0,86^{**}$  y  $r=-0,88^{**}$  respectivamente), indicando que cuanto mayor es el número de insectos emergidos y menor el tiempo de desarrollo, mayor es el I.S. Suárez et al. (1994), al evaluar genotipos con diferentes características físicas y químicas, al ataque de *S. zeamais*, encontraron correlación significativa,



**Cuadro 4.** Periodo de desarrollo de la F1 de *Sitophilus zeamais* en genotipos de maíz con diferentes características.

Genotipos	Periodo de desarrollo (Días) <sup>1</sup>
1. NB7453	47,0000 A
2. NB7315	43,0000 B
4. Cuba amarillo	42,8100 B
5. Puya samario	42,5267 B
3. NB7206	42,4500 B
8. NB7253	42,4500 B
6. Blanco criollo	41,1433 BC
7. Puya vallenato	38,6667 C

<sup>1</sup>Promedio de tres repeticiones. Promedios seguidos por la misma letra no difieren entre si al 5 % de probabilidad por la prueba de Tukey.

**Cuadro 5.** Índice de susceptibilidad de genotipos de maíz con diferentes características al ataque de la generación F1 de *S. zeamais*.

Genotipos	Índice de susceptibilidad <sup>1</sup>
1. NB7453	4,2133 A
5. Puya samario	7,4867 AB
3. NB7206	7,5567 ABC
2. NB7315	8,1267 BC
8. NB7253	8,2467 BC
6. Blanco criollo	10,7300 BCD
4. Cuba amarillo	10,8883 CD
7. Puya vallenato	12,3600 D

<sup>1</sup>Promedio de tres repeticiones. Promedios seguidos por la misma letra no difieren entre si al 5 % de probabilidad por la prueba de Tukey.

**Cuadro 6.** Valores de las correlaciones entre las variables: Adultos emergidos (AE), Tamaño de grano (TG), Tiempo de desarrollo (TD), Color de grano (CG), Índice de Susceptibilidad (IS), Dureza (D), Genotipos(G). (Número de observaciones: 24).

	IS	AE	TD	G.	TG	CG	D
AE	0,86 **						
TD	-0,88 **	-0,78 *					
G	NS	NS	-0,73 *				
TG	NS	NS	NS	NS			
CG	NS	NS	NS	NS	NS		
D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

\* Significativa al 5%, \*\* Significativa al 1%

**Cuadro 7.** Número promedio de gorgojos de la progenie F2 de *Sitophilus zeamais* emergidos de los genotipos de maíz con diferentes características.

Genotipos	Número de Gorgojos (X <sup>1</sup> )
8. NB7253	1,3333 A
2. NB7315	1,6667 B
1. NB7453	2,3333 BC
3. NB7206	3,0000 BCD
6. Blanco criollo	3,0000 BCD
4. Cuba amarillo	3,3333 BCD
5. Puya samario	3,6667 CD
7. Puya vallenato	5,6667 D

<sup>1</sup>Promedios de tres repeticiones. Promedios seguidos por la misma letra no difieren entre si al 5 % de probabilidad por la prueba de Tukey. Para el análisis estadístico los datos fueron transformados por  $\sqrt{x+0,5}$ .

**Cuadro 8.** Periodo de desarrollo de *Sitophilus zeamais* F2 en genotipos de maíz con diferentes características

Genotipos	Periodo de desarrollo (días) <sup>1</sup>
1. NB7453	44,6400 A
3. NB7206	44,3700 A
2. NB7315	44,3333 A
8. NB7253	44,0000 A
6. Blanco criollo	35,6667 B
5. Puya samario	34,2900 B
4. Cuba amarillo	34,1033 B
7. Puya vallenato	32,0133 B

<sup>1</sup>Promedio de tres repeticiones. Promedios seguidos por la misma letra no difieren entre si al 5 % de probabilidad por la prueba de Tukey.

entre las mismas variables. Así mismo, el tiempo de desarrollo (TD) se correlacionó negativamente con los adultos emergidos (AE) ( $r=-0,78$ ), indicando que a mayor tiempo de desarrollo, menor es el número de insectos emergentes.

### Número de gorgojos emergidos en la F2.

El cuadro 7 muestra el número de gorgojos de la F2 emergidos de los diferentes genotipos. El análisis de varianza ( $F=13,2^{**}$ ;  $P>0,000$ ) mostró diferencias altamente significativas, indicando el efecto de los genotipos sobre el número de gorgojos emergidos. El híbrido NB7253 fue significativamente diferente al resto de materiales y el híbrido NB7315 lo fue de los criollos Puya

samarío y Puya vallenato. Es importante señalar que el número de adultos emergidos en esta generación fue mucho menor (en algunos casos 40 veces menor) que los emergidos en la primera generación. Esta respuesta puede deberse a que el contenido de humedad de los granos de los diferentes genotipos fue 1,37 veces menor que al inicio y de acuerdo a García et al. (2003), el contenido de humedad del grano podría ser uno de los factores clave en la resistencia genética a los gorgojos de granos almacenados.

### Periodo de Desarrollo de la F2.

El cuadro 8 presenta los resultados del periodo de desarrollo de los gorgojos de la F2 emergidos de los diferentes genotipos. El análisis de varianza

**Cuadro 9.** Índice de Susceptibilidad de genotipos de maíz con diferentes características fenotípicas al ataque de la generación F2 de *S. zeamais*.

Genotipos	Promedios
2. NB7315	0,0000 A
8. NB7253	1,4433 AB
1. NB7453	6,3400 B
3. NB7206	6,8100 B
6. Blanco criollo	6,8667 B
4. Cuba amarillo	7,2367 B
5. Puya samario	8,1933 C
7. Puya vallenato	11,4033 C

\*Promedio de tres repeticiones. Promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente por la prueba de Tukey (5%)

mostró diferencias altamente significativas ( $F=35,24^{**}$ ;  $P>0,000$ ). Se observan dos grupos diferentes estadísticamente: los híbridos comerciales donde la progenie F2 del gorgojo empleó el mayor tiempo para la emergencia y los maíces criollos donde el gorgojo empleó el menor período para completar su ciclo.

### Índice de Susceptibilidad de los genotipos a la generación F2 del gorgojo

El cuadro 9 muestra el índice de susceptibilidad de los genotipos criollos e híbridos comerciales al ataque de la segunda generación del *S. zeamais*. El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativa ( $F=23,48^{**}$ ;  $P>0,000$ ). El híbrido comercial NB7315 fue el más resistente, con un Índice de susceptibilidad de cero, significativamente igual al NB7253 pero diferente del resto de genotipos. Los genotipos criollos puya vallenato y puya samario tuvieron los mayores índices de susceptibilidad y difieren significativamente del resto de los genotipos. En general, para esta generación, los maíces criollos presentaron mayores índices de susceptibilidad que los híbridos comerciales. Estos resultados concuerdan con lo observado por Santos et al. (2006) cuando estudiaron la susceptibilidad de diferentes materiales, entre ellos híbridos comerciales al ataque de *S. zeamais*, y con Júnior et al. (2008) que al evaluar híbridos de maíz

al ataque de *Sitophilus zeamais*, encontraron que todos los híbridos mostraron cierto grado de susceptibilidad, pero en los híbridos más resistentes ocurrió menor emergencia de adultos y mayor tiempo para que el gorgojo completara su ciclo de vida.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que para la primera generación (F1), el híbrido NB7453 fue igual al híbrido NB7206 y al crillo Puya samario, pero menos susceptible que el resto de los materiales. Con la segunda generación del gorgojo (F2), el híbrido NB7315 fue igual al híbrido NB7453, pero menos susceptible que el resto de los materiales. Esto evidencia que, para las dos generaciones, el híbrido NB7453 fue menos susceptible al ataque de *S. zeamais*. Así mismo, las características físicas consideradas en el estudio no explicaron el comportamiento del gorgojo para preferir un genotipo en particular, considerando que no se correlacionaron entre sí, ni con ninguna otra variable.

### Referencias

- ADESUYI SA. 1979 Relative resistance of some maize varieties to attack by *S. zeamais* In: Nigerian Stored Products Research Institute 14<sup>th</sup> Annual Report.



- DE SOUZA AH, MARACAJÁ BP, DA COSTA AA, SOTO GA, PEREIRA CTF. 2006 Desempeño de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) en diferentes variedades de maíz y condiciones atmosféricas. *Revista verde* 1(1): 20-25.
- DOBIE P. 1974 Laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize lines to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* Motschulsky. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal Stored Products Research* 10: 183-197.
- GARCÍA LS, BERGVINSON D. 2007 Programa integral para reducir pérdidas poscosecha en maíz. *Agricultura Técnica en México* 33(2): 181-189.
- GARCÍA LS, BURT JA, SERRATOS AJ, DÍAZ PD, ARNASON JT, BERGVINSON D. 2003. Defensas naturales en el grano de maíz, al ataque de *Sitophilus zeamais* (Motsch, Coleoptera: Curculionidae) Mecanismos y bases de la resistencia. *Revista de Educación Bioquímica* 22(3):138-145.
- GARCÍA ZE, MOLINA GJ, GARCÍA ZJ. 2005 Dinámica poblacional y preferencia de gorgojos y palomillas en maíz almacenado con baja humedad del grano. *Folia Entomológica Mexicana* 44(2): 145-154.
- HALSTEAD DGH. 1963 The separation of *Sitophilus zeamais* Motsch and *Sitophilus oryzae* L (Coleoptera: Curculionidae) with a summary of their distribution. *Entomologist's Monthly Magazine* 99:72-74.
- IVBILJARO MF. 1981 The resistance of new varieties of maize to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* Motsch and *Sitophilus oryzae* (L.). *The Journal of Agricultural Science* 96: 479-481
- JUNIOR MAL, VILARINHO AA, CIZINHO DE PAIVA SWR, BARRETO SHC. 2008 Resistências de híbridos de milho ao ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) em condições de armazenamento. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais* 6(1): 45-50.
- KITAW D, ETICHA F, TADESSE A. 2001. Responses of commercial varieties and other genotypes of maize for resistance to the maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motsch) (Coleoptera: Curculionidae) Seventh Eastern and Southern African Regional Maize Conference 11<sup>th</sup>-15<sup>th</sup> February. p. 92-101.
- PALAFIX-CABALLERO A, SIERRA-MACÍAS M, ESPINOSA-CALDERÓN A, RODRÍGUEZ-MONTALVO F, BECERRA-LEÓN. 2008. Tolerancia a infestación por gorgojos (*Sitophilus* spp.) en genotipos de maíz comunes y de alta calidad proteínica. *Agronomía Mesoamericana* 19: 39-46.
- RAMPATH, A.A; TESHOME, D.J; BERGVINSON, C; NOZZOLILLO, C Y AMASON, J.T 1999. soluble phenolic content as an indicador of sorghun grain resistance to *S. oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* 35: 57-64.
- REDONDO CY, SUÁREZ GH. 2008. Resistencia de cinco genotipos de maíz al ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) a nivel de laboratorio. *Revista Re'takvn* 1(1): 10-17.
- SALLAM MN . 2008. Insect Damage: Damage on Post-harvest Major insect pests of stored foods. In: International Center of Insect Physiology and Ecology . p. 2-37.
- SANTOS PJ, GUIMARAES P, WAQUIL J, FOSTER J. 2006. Relative Index of Susceptibility to the maize weevil, *Sitophilus zeamais* among some QPM corn lines. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 5(2): 159-169.
- STRONG RG, SBURG EE, PARTIDA GJ. 1967 Rearing stored product insect for laboratory studies lesser grain borer, granary weevil, rice weevil, *Sitophilus zeamais*. *Journal Economy Entomology* 60(4): 1078-1082.
- SUÁREZ GH, SANTOS PJ, LIMA JO. 1994 Resistencia de Genotipos de Maíz con diferentes características físicas y químicas al ataque del *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Colombiana de Entomología* 20(1): 37-42.