

# Resistencia de genotipos de maíz con diferentes características físicas y químicas al ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) <sup>1</sup>

Resistance of Maize genotypes with different physical and chemical characteristics to the attack of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae)

Hernando Suárez Gómez <sup>2</sup>  
Jamilton Pereira Santos  
José Oscar Gómez de Lima

## Resumen

Se determinó la resistencia de genotipos de maíz con calidad proteínica modificada (QPM), portadores del gene Opaco-2, materiales comerciales y algunos en fase de mejoramiento, al ataque del gorgojo menor de los granos, *Sitophilus zeamais*, considerando características físicas y químicas de los genotipos. La evaluación de la resistencia se fundamentó, principalmente, en un índice de susceptibilidad (I.S.) que consideró el número de gorgojos emergidos en la progenie F<sub>1</sub> y el período de desarrollo. Los maíces comerciales BR-105, BR-106 y BR-107 presentaron un menor I.S. al ataque del gorgojo, lo cual indica que en ellos hay fuentes genéticas que pueden ser utilizadas en programas de mejoramiento pensando en la resistencia al insecto. De los maíces portadores del gene Opaco-2, el Yellow Flint H<sub>e</sub>O<sub>2</sub> fue más resistente al ataque del gorgojo que el IAC-I-O<sub>2</sub>-IV. Los maíces con QPM mostraron un I.S. intermedio. Ninguna de las características físicas o químicas consideradas fueron determinantes en la resistencia de los genotipos al ataque del gorgojo, y es posible que otras características inherentes a los genotipos sean las responsables por la resistencia.

**Palabras claves:** Maíz, *Sitophilus zeamais*, Resistencia de plantas.

## Summary

Resistance to the maize weevil *Sitophilus zeamais* was determined for maize genotypes with modified protein quality (MPQ), carrying the Opaque-2 gene, for commercial materials and for some which are in the improvement phase. The resistance evaluation was based mainly on the susceptibility index (S.I.) which considered the number of emerged weevils in the progeny F<sub>1</sub> and the developmental period. The commercial maize BR-105, BR-106 and BR-107 presented a low S.I. to the weevil's attack; this fact indicates that they have genetic sources which can be used in improvement programs, bearing in mind the resistance to the insect. Among the maize varieties bearing the Opaque-2 gene, the Yellow Flint H<sub>e</sub>O<sub>2</sub> was more resistance than the IAC-1-O<sub>2</sub>-IV. Maizes with MPQ presented a middle S.I. Neither of the physical or chemical characteristics considered were determinant for resistance in the genotypes to the attack of the weevil; it is possible that other genotype characteristics are responsible for the resistance.

**Key words:** *Sitophilus zeamais*, Plant resistance, Corn.

## Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es el principal producto en la alimentación humana en muchas regiones del mundo y el gorgojo menor de los granos, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), es una de las plagas más serias del maíz almacenado (Okelena y Osuji 1985).

Los productos almacenados son atacados por plagas que provocan serios perjuicios y es necesario dar la debida atención e importancia a esas plagas, pues de nada servirán los cuidados en el control de plagas en el campo si los productos son atacados y destruidos en los depósitos (Gallo et al. 1978).

En años recientes, los fitomejoradores de todo el mundo han desarrollado un gran número de variedades que han sido acogidas por sus altos rendimientos y otras características importantes. Sin embargo, poca atención se ha dado a las cualidades de almacenamiento de esas variedades, las cuales se muestran más vulnerables a las infestaciones de plagas que las variedades tradicionales (Dobie 1977).

Como consecuencia del control de plagas con insecticidas, los insectos plagas se tornan resistentes, los insectos benéficos son destruidos y los seres humanos se pueden intoxicar (Van Huis 1978). La integración de métodos de control se presenta como la mejor alternativa en un programa de manejo de plagas de granos almacenados. Dentro de esos métodos, la resistencia de granos a los insectos sobresa por su enorme éxito, de ahí, el creciente interés en el desarrollo de variedades de granos resistentes a insectos. Este material es más importante en aquellas localidades donde los agricultores tienen limitado acceso a insecticidas y equipo (Seifecknase y Mill 1985).

Davis y Scott (1975) afirman que cada año los agricultores sufren pérdidas de producción de maíz debido al ataque de gorgojos y por eso recomiendan sembrar maíces resistentes. La resistencia del maíz al *S. zeamais* ha sido registrada por varios investigadores (Eden 1952; Pant et al. 1975; Widstrom et al. 1972; Rossetto et al. 1975; Adalla y Bernardo 1976; Widstrom et al. 1983).

McCain et al. (1964) consideran que el método de evaluación de la progenie es probablemente el más preciso para determinar la resistencia relativa del maíz al gorgojo. Shoonhoven et al. (1976) utilizaron como criterio para determinar la resistencia de granos de maíz al ataque del gorgojo, el número de adultos en la progenie F<sub>1</sub>, el período de desarrollo y el

<sup>1</sup> Parte de la tesis de grado presentada por el primer autor como requisito parcial para optar al título de Master of Science.

<sup>2</sup> I.A.M.Sc. Entomología. C.I. «Motilonia», Apartado Postal 021. Codazzi, (Cesar), Colombia.; I.A., Ph.D. Investigador del CNPMS/ EMBRAPA. Sete Lagoas, MG. Brasil; I.A. Ph.D. Profesor titular del Departamento de Biología Animal. Universidad Federal de Vicosa, MG. Brasil, respectivamente.

peso seco de los gorgojos. Dobie (1974) describió un método para medir la resistencia intrínseca del grano de maíz a *S. zeamais* fundamentado en el índice de susceptibilidad que considera el número de adultos y el período de desarrollo de los insectos de la primera generación en cada genotipo.

Generalmente, la resistencia de los cereales al ataque de los gorgojos del género *Sitophilus* ha sido correlacionada con algunas características físicas del grano y con factores nutricionales (Adetunji 1968; Baker y Mabie 1973).

Betanzos (1980) menciona que especialistas del CIMMYT, al realizar pruebas de resistencia en maíz al *S. zeamais*, encontraron que al mayor número de insectos emergió de maíces suaves y que en ellos hubo un mayor número de granos dañados. Gupta et al. (1970) concluyeron que granos de textura suave son más susceptibles al ataque de *S. oryzae* que granos de textura dura, y que la infestación es mayor en el genotipo portador del gene Opaco-2 que en el genotipo suave normal. En general, los maíces duros son resistentes a *Sitophilus* spp. en la mazorca pero cuando desgranados, los maíces duros o suaves pueden ser resistentes o susceptibles (Ramalho et al. 1977).

Gómez et al. (1983) estudiaron la relación entre algunas características del pericarpio de granos de maíz y la resistencia a *S. oryzae* y concluyeron que ella puede ser parcialmente determinada por la ausencia de estimulantes de la alimentación y la oviposición en un genotipo dado, por el grado de permeabilidad del pericarpio a esos compuestos y por la combinación de ambos. Tipping et al. (1988) concluyeron que la naturaleza física o química del pericarpio, antes que la del endospermo, es la principal responsable por la resistencia de granos de maíz a *S. zeamais*. Mills (1972) encontró que maíz con un alto contenido de amilasa es perjudicial para el desarrollo de los gorgojos, y que los contenidos de azúcar y almidón están positivamente correlacionados con el número y el peso de los gorgojos. Singh y McCain (1963) encontraron que genotipos de maíz con bajo nivel de carbohidratos fueron resistentes a *S. oryzae*.

La mayoría de los genotipos de maíz contienen, en promedio, de 9 a 10% de proteínas, pero estas proteínas son pobres en dos aminoácidos esenciales: lisina y triptofano. El gene Opaco-2 cambia la composición proteica, y los maíces que lo poseen contienen 69 a 100% más de lisina y 66% más de triptofano que los maíces normales.

Schoonhoven et al. (1972) concluyeron que maíces normales y con alto contenido de lisina son igualmente infestados por *S. zeamais*. Morales (1972) menciona que muchos investigadores han estudiado la resistencia de maíz a *S. zeamais* bajo condiciones de laboratorio y de campo, pero que poca atención se ha dado el estudio de la resistencia del maíz Opaco-2 al insecto y encontró que el aumento de triptofano y lisina en esos maíces tuvieron efectos favorables sobre la biología del *S. zeamais*; sin embargo, Lecato y Arbogast (1974) observaron que en genotipos de maíz con el gene Opaco-2, los altos contenidos de lisina y triptofano tuvieron un efecto negativo en la multiplicación del *S. zeamais*.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la reacción de genotipos de maíz con QPM (Calidad Proteínica Modificada), portadores del gene Opaco-2, algunos comerciales y materiales en fase de mejoramiento al ataque del gorgojo menor de los granos, *Sitophilus zeamais*, considerando principalmente las características físicas y químicas de los genotipos.

## **Materiales y Métodos**

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Granos Almacenados del Centro Nacional de Investigación del Maíz y Sorgo (CNPMS), de la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), en Sete Lagoas, MG Brasil, en condiciones de T=28+1°C; H.R.=70+2% y un fotoperíodo de 12 h de luz: 12 h de oscuridad.

Como recipientes de las muestras de los genotipos se usaron frascos de vidrio con tapa metálica y malla fina en la parte central para permitir la aireación. Para separar los gorgojos de los granos se utilizó un tamiz con malla No. 40. El conteo de los insectos se hizo con la

ayuda de una bomba de vacío ajustada para succión a un sistema de dos erlenmeyers unidos por tubos de caucho.

Los genotipos de maíz (Tabla 1) fueron suministrados por el Programa de Mejoramiento del CNPMS. Cuatro eran variedades comerciales: BR-105, BR-106 y BR-107 con endospermo normal y BR-451 con gene Opaco-2 modificado (QPM), destacándose el BR-106 como el más sembrado y productivo y el BR-451, 85% más nutritivo que el maíz común. Cuatro eran genotipos en una fase adelantada de mejoramiento; CMS-22, CMS-452, CMS-458 y CMS-467, el primero con endospermo normal y los otros con QPM. Los genotipos IAC-1-O<sub>2</sub>-IV y Yellow Flint H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> son portadores del gene Opaco-2, pero el primero es suave y harinoso y el segundo es duro y vitreo.

Los especímenes de *S. zeamais* usados en este estudio provinieron del laboratorio de Granos Almacenados del CNPMS y fueron criados conforme a la técnica propuesta por Strong et al. (1967). Al momento de la infestación de los genotipos, los insectos tenían de 6 a 14 días de edad. Los sexos se separaron según las indicaciones de Halstead (1962) y la identificación de la especie fue confirmada por la observación de la genitalia (Halstead 1963).

La humedad de los granos de los genotipos fue corregida aproximadamente al 15% y determinada por medio del método de la estufa. Todos los genotipos fueron tratados con fosfina para la eliminación de cualquier infestación latente (Rego et al. 1975).

Cada una de las muestras de los genotipos, 100 g/replicación, fue infestada con 20 hembras y 10 machos de *S. zeamais* por un período de 15 días para permitir la oviposición. Después de este tiempo, los insectos se descartaron. Treinta días después de la infestación se iniciaron las evaluaciones, verificando diariamente el número de gorgojos emergidos.

Las características químicas de los granos consideradas en este estudio fueron el porcentaje de proteínas en el endospermo y el porcentaje de lisina y triptofano de la proteína en el endospermo de los genoti-

pos. Estos porcentajes fueron obtenidos por Magnavaca et al. (1968) (Tabla 2.).

El criterio usado para evaluar la resistencia de los genotipos fue el índice de susceptibilidad (IS) propuesto por Dobie (1977) que considera el número de insectos emergidos por día y el tiempo promedio de desarrollo.

$$IS = \frac{\log_e \Sigma X}{T \bar{X}} \cdot 100$$

$$T \bar{X} = \frac{\Sigma (X.Y)}{X}$$

donde:

$T \bar{X}$  = Tiempo promedio de desarrollo  
 $X$  = No. de insectos emergidos por día  
 $Y$  = No. días de la infestación a la emergencia

Para la realización del trabajo se adoptó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los datos se sometieron a la prueba de Lilliefors, citado por Campo (1986), para determinar la normalidad. Cuando los datos no fueron normales para la variable en estudio, entonces se transformaron para conseguir el ajuste requerido para el análisis de varianza; para la comparación de los promedios de cada una de las variables en estudio se utilizó la prueba de Duncan (1959), y el grado de asociación entre variables se determinó por medio de las correlaciones de Person.

## Resultados y Discusión

La Figura 1 muestra el número de gorgojos emergidos de los genotipos. El análisis de varianza mostró un valor de F altamente significativo ( $F=7,79^{**}$ ), lo que indica que hubo efecto de los genotipos sobre el número de gorgojos emergidos. Genotipos del gene-opaco-2 suave (IAC-I-O<sub>2</sub>-IV) y genotipos normales, suaves y duros (CMS-22 y BR-107), presentaron el mayor número de gorgojos en la progenie F<sub>1</sub>, sin presentar diferencias significativamente entre sí.

Los genotipos BR-106 normal y suave y Yellow Flint, portador del gene Opaco-2 duro, presentaron el menor número de gorgojos emergidos, lo cual concuerda con las observaciones de Schoonhoven

Tabla 1. Identificación y características de los genotipos evaluados por resistencia a *S. zeamais*. Sete Lagoas MG, Brasil.

Identificación en el CNPMS	Identificación	Color del grano	% humedad
1. BR-105	Swan normal *	x	Amarillo 16,4
2. BR-106	Tuxpeño Bras.x Tuxp. 1 normal	x	Amarillo 16,6
3. BR-107	Cateto Bras.x Cat. Colombia normal	x	Amarillo 14,2
4. BR-451	Población 64 Blanco dentado 2 QPM ** (Tropical)	x	Blanco 14,6
5. CMS-22	Amarillo del Bajío normal	x	Amarillo 15,6
6. CMS-452	Población 62 White Flint QPM	x	Blanco 15,3
7. CMS-458	Amarillo Cristalino QPM	x	Amarillo 15,6
8. CMS-467	Amarillo del Bajío QPM	x	Amarillo 15,3
9. IAC-I-O <sub>2</sub> -IV	Opaco-2 ***	x	Blanco 13,5
10. Yellow Flint H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Opaco-2	x	Amarillo 14,3

\* Normal: Bajos niveles de proteína y pobre en triptofano y lisina.

\*\* QPM: Calidad proteínica modificada.

\*\*\* O<sub>2</sub>: Portador del gene Opaco-2.

Tabla 2. Porcentaje de proteína, lisina y triptofano de la proteína en el endospermo de granos de los genotipos evaluados por resistencia al *S. zeamais*.

Genotipos	% Proteína	% Triptofano	% Lisina
1. BR-105	9,73	0,60	2,80
2. BR-106	12,66	0,47	2,29
3. BR-107	12,25	0,43	2,13
4. BR-451	10,28	0,80	3,62
5. CMS-22	10,96	ND*	ND*
6. CMS-452	11,16	0,70	2,44
7. CMS-458	10,39	0,57	2,68
8. CMS-467	10,72	0,55	2,60
9. IAC-I-O <sub>2</sub> -IV	10,00	1,00	4,40**
10. Yellow Flint H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	10,00	1,00	4,40**

\* No determinado

\*\* Estimado con base en la cualidad de los genotipos opacos.

Fuente: Magnavaca et al. (1988).

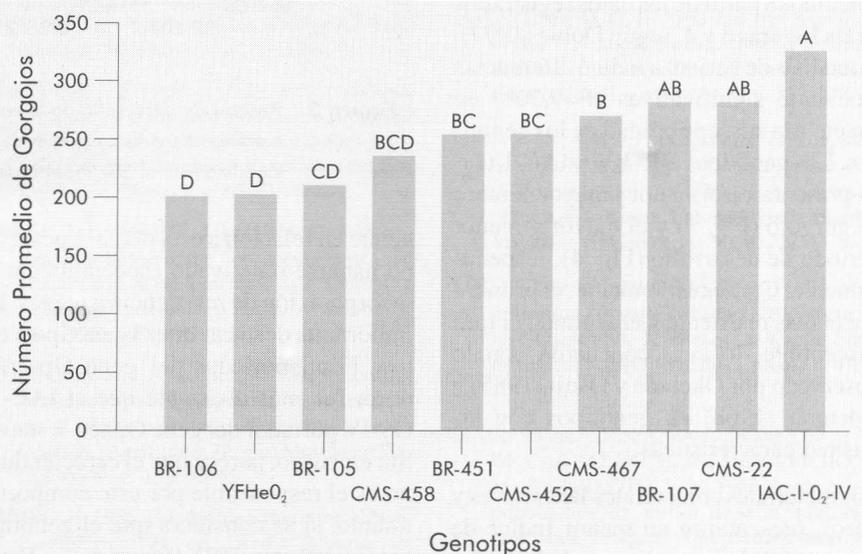


Figura 1. Número de gorgojos de *S. zeamais* de la progenie F<sub>1</sub> emergidos de 10 genotipos de maíz con diferentes características físicas y químicas. Barras con letras diferentes difieren significativamente al nivel del 5% (Prueba de Duncan). Sete Lagoas MG, Brasil.

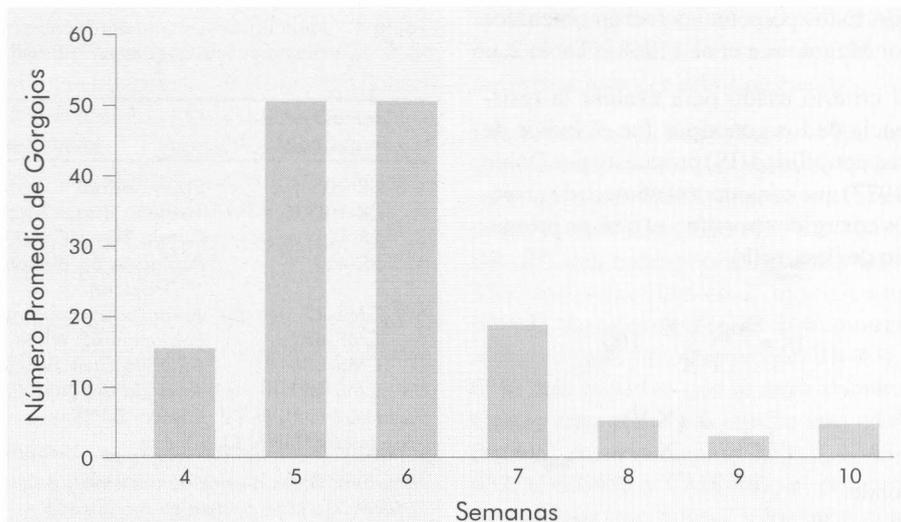
et al. (1976). Según estos investigadores, los maíces opacos son más adaptados al desarrollo del gorgojo que los maíces normales, suaves y duros.

La frecuencia de emergencia semanal del gorgojo fue semejante para todos los genotipos, observándose que en la quinta y sexta semana ocurrió el mayor porcentaje de emergencia, observación que puede ser de gran importancia para futuros estudios (Fig. 2).

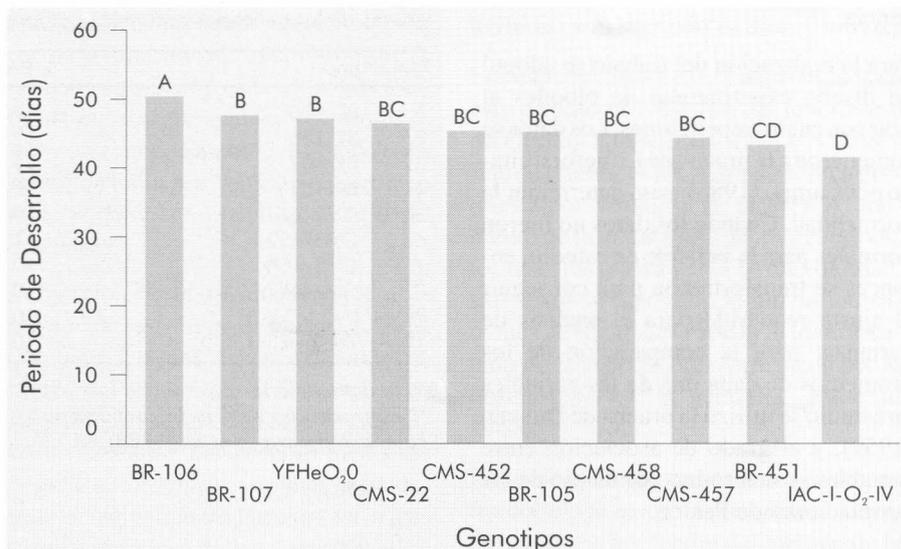
La Figura 3 muestra el período promedio de desarrollo del *S. zeamais* en cada uno de los genotipos estudiados. El análisis de varianza indicó que el efecto de los genotipos en el número de días requeridos por el insecto para emerger de los granos fue altamente significativo ( $F=9,42^{**}$ ). El genotipo normal, tipo suave BR-106, fue menos adecuado para el desarrollo del gorgojo, con un período promedio de 50,4 días. De los genotipos portadores del gene Opaco-2, el Yellow Flint se mostró menos adecuado para el desarrollo del insecto. Es interesante resaltar la variación en el período de desarrollo de los insectos en los genotipos suaves, contrariando lo encontrado por Villacis et al. (1972) y Schoonhoven et al. (1972) en genotipos con las mismas características.

En la Figura 4 se presentan los índices de susceptibilidad de los genotipos de maíz, obtenidos a partir de los datos registrados en las Figuras 3 y 4, según Dobie (1977). El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas ( $F=9,30^{*}$ ) en cuanto a la susceptibilidad de los genotipos. Los genotipos BR-106 y IAC-I-O<sub>2</sub>-IV presentaron el menor y mayor número de gorgojo (Fig. 3) y el mayor y menor período de desarrollo (Fig. 4), respectivamente. Consecuentemente, el primero fue el más resistente y el segundo el más susceptible, lo cual concuerda con lo observado por Okelana y Osuji (1985) y Adetunji (1968) en genotipos con las mismas características.

Los materiales comerciales BR, suaves y duros, presentaron un menor Índice de Susceptibilidad, no obstante haber diferencias en cuanto a la respuesta de los genotipos al ataque del gorgojo. Ramalho et al. (1977) destacan este hecho, afirmando que el mejoramiento ha sido efi-



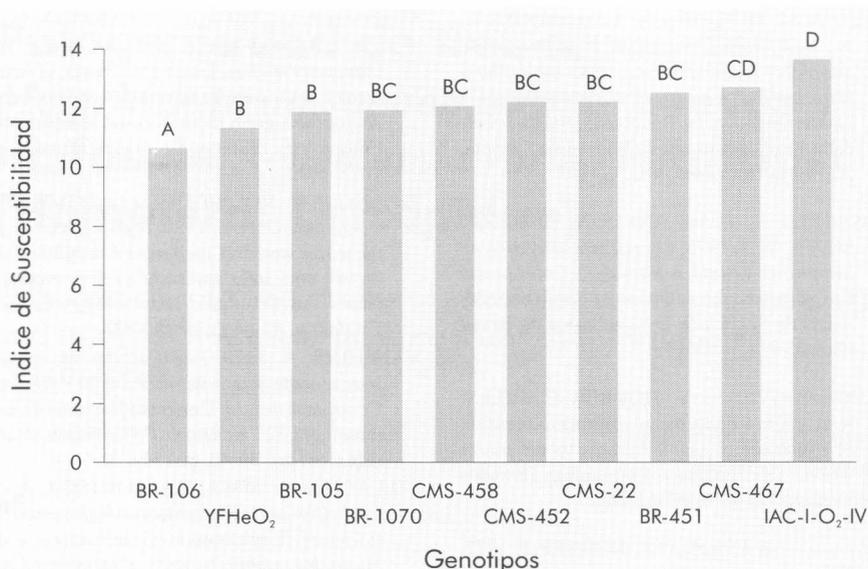
**Figura 2.** Frecuencia de emergencia de *Sitophilus zeamais* en 10 genotipos de maíz con diferentes características físicas y químicas. Sete Lagoas MG, Brasil.



**Figura 3.** Período de desarrollo de *S. zeamais* en 10 genotipos de maíz con diferentes características físicas y químicas. Barras con letras diferentes indican diferencias significativas al 5% (Prueba de Duncan). Sete Lagoas, MG, Brasil.

ciente en relación a esta plaga, a pesar de no haberse objetivado especialmente la incorporación de resistencia a plagas. Es importante destacar que el genotipo Yellow Flint, portador del gene Opaco-2 duro, fue más resistente que el IAC-1-O<sub>2</sub>-IV portador del gene Opaco-2 suave. Sin embargo, parece que el carácter duro no es el responsable por este comportamiento, si se considera que el genotipo más resistente, el BR-106, es suave. Estos resultados indican que posiblemente el gorgojo menor de los granos presenta preferencia para ovipositar sobre determinados genotipos y que características

no consideradas en este estudio, pueden ser las responsables por el comportamiento de insecto. Al determinar el grado de asociación, no se encontró correlación significativa entre el I.S. y las características químicas consideradas, por tal razón, ninguna de ellas podría explicar las diferencias observadas entre los genotipos en lo relacionado a los resultados obtenidos en este estudio. Sería interesante estudiar varias generaciones del gorgojo para concretar el efecto de las características químicas sobre la biología del insecto. Betanzos (1980) tampoco encontró correlación entre estas características químicas



**Figura 4.** Índice de Susceptibilidad de los genotipos de maíz con diferentes características físicas y químicas evaluados por resistencia a *S. zeamais*. Barras con letras diferentes indican diferencias significativas al 5% (Prueba de Duncan). Sete Lagoas MG, Brasil.

y el número de gorgojos emergidos y sugirió que eso podría deberse a un efecto neutralizador de la proteína, pero no explica en que consiste tal efecto. Por otra parte, Morales (1992), encontró correlación con el porcentaje de triptofano, lo que indica que este aminoácido es de gran valor en la nutrición del gorgojo.

El número de granos por unidad experimental no presentó correlación alguna con el I.S., lo que indica que ese número no afectó la susceptibilidad de los genotipos

## Conclusiones

- Según los I.S., los maíces comerciales BR-107 y principalmente el BR-106 fueron los más resistentes. Las características genéticas de estos maíces pueden ser importantes en programas de mejoramiento que consideren la resistencia al gorgojo.
- Los genotipos portadores del gene Opaco-2, Yellow Flint y IAC-I-O<sub>2</sub>-IV, presentaron diferentes I.S., y el segundo fue el genotipo más susceptible al gorgojo en relación con los demás genotipos.
- Los maíces con QPM tuvieron un I.S. intermedio.

- Ninguna de las características físicas y químicas consideradas en este estudio explicó la reacción de los diferentes genotipos de maíz al ataque del gorgojo. Posiblemente otras características inherentes a los genotipos serían las responsables por la resistencia.

## Bibliografía

- ADALLA, B. C.; BERNARDO, E. N. 1976. Mechanism of resistance of ten maize varieties to the rice weevil complex. *Philippine Agriculturist* (Filipinas) v. 60, p. 112-120.
- ADETUNJI, J. F. 1968. A study of the resistance for some sorghum seed cultivars to *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera, Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* (Estados Unidos) v. 24 no. 2, p. 67-71.
- BAKER, J. E.; MABIE, J. M. 1973. Growth responses of larvae of the rice weevil, maize and granary weevil on a merced diet. *Journal of Economic Entomology* (Estados Unidos) v. 66 no. 3, p. 681-683.
- BETANZOS, M. E. 1980. Selección de variedades de maíz de alta calidad proteínica por resistencia al picudo del maíz *Sitophilus zeamais* (Motsch.) *Agricultura Técnica Mexicana* (México) v. 6 no. 1, p. 45-65.
- CAMPO, H. 1986. *Estadística Experimental Nao-Paramétrica*. 2a. ed. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de Sao Paulo, Piracicaba, 237p.
- DAVIS, F.M.; SCOTT, G.E. 1975. Evaluating corn hybrids for maize weevil resistance. *Mis. Agric. Exp. Stat.* No. 1207. 2p.

DOBIE, P. 1974. The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* (Inglaterra) v. 10, p. 183-197.

DOBIE, P. 1977. The contribution of the Tropical Stored Products Center to the study of insects resistance in stored maize. *Tropical Stored Products Information* (Inglaterra) v. 34, p. 7-22.

DUNCAN, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests, *Biometrics* (Estados Unidos) v. 11, p. 1-42.

EDEN, W. G. 1952. Effect of kernel characteristics and components of husk cover on rice weevil damage to corn. *Journal of Economic Entomology* (Estados Unidos) v. 45 no. 6, p. 1084-1085.

GALLO, D., NAKANO, O.; SILVERIA NIETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTIFILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B. 1978. *Manual de Entomología Agrícola*. Ed. Agron. Ceres, Sao Paulo. 649p.

GOMEZ, L. A.; RODRIGUEZ, J. G.; PONELETT, C. G.; BLAKE D. F.; CECIL, R.; SMITH, Jr. 1983. Influence of nutritional characteristics of selected corn genotypes on food utilization by the weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology* (Estados Unidos) V. 76, P. 728-732.

GUPTA, S. C.; ASNANI, V. L.; KHARE, B. P. 1970. Effect of the Opaco-2 gene in maize (*Zeamays*) on the extent infestation by *Sitophilus oryzae* (L.). *Journal of Stored Products Research* (Estados Unidos) v. 6, p. 191-194.

HALSTEAD, D. G. H. 1962 The rice weevils *S. oryzae* (L.) and *S. zeamais* Motsch. Identification and synonymy. *Tropical Stored Products Information* (Inglaterra) v. 4, p. 317-329.

———. 1963. The separation of *Sitophilus zeamais* Motsch. and *Sitophilus oryzae* (L.). (Coleoptera: Curculionidae) with a summary of their distribution. *Entomologist's Monthly Magazine* (Inglaterra) v. 90, p. 72-74.

LECATO, G. L.; ARBOGAST, R. T. 1974. Multiplication by stored product Coleoptera on high lysine corn. *Journal of the Kansas Entomological Society* (Estados Unidos) v. 47, p. 161-165.

MAGNAVACA, R.; PAIVA, E.; WINKLER, E. T.; DE CARVALHO, H. W.; SILVA FILHO, C. M.; DE PEIXOTO, V. V. 1968. Avaliação de populações de milho de alta qualidade proteínica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (Brasil) v. 23 no. 11, p. 1263-1268.

MCCAIN, F. S.; EDEN, W. G.; SINGH, D. N. 1964. A technique for selecting for rice weevil resistance in corn in the laboratory. *Crop Science* (Estados Unidos).

- MILLS, R. B. 1972. Host-plant resistance applied to stored product insects. Entomology Society of America, North Central Branch. Proceedings. v. 27, p. 106-107.
- MORALES, A. C. 1972. Nutritive value and susceptibility of Opaque-2, composite k and differents types of corn to the larger rice weevil *Sitophilus zeamais* Most. Philippine Agriculturist (Filipinas) v. 74, p. 280-286.
- OKELANA, F. A.; OSUJI, F. N. C. 1985. Influence of relative humidity at 30°C on the oviposition, development and mortality of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) in maize kernels. Journal of Store Products Research (Estados Unidos) v. 21 no. 1, p. 13-19.
- PANT, J. C.; KAPOOR, S.; PANT, C. 1964. Studies on the relative resistance of some maize varieties to *Sitophilus oryzae*. Indian Journal of Entomology (India) v. 26, p. 434-437.
- RAMALHO, F. S.; ROSSETTO, C. J.; NAGAI, V. 1976. Relacao entre dureza do milho e resistencia a *Sitophilus zeamais* Motsch. Ciencia e Cultura (Brasil) v. 28 no. 12, p. 1505-1506.
- ; —————; —————; 1977. Comportamento de germoplasmas de milho sob a forma de palha e graos debulhados em relacao a *Sitophilus zeamais* M. 1885. Ciencia e Cultura (Brasil) v. 29 no. 5, p. 583-590.
- REGO, A. M.; OLIVEIRA, M. L.; MARQUES, L. A.; FERREIRA, D. 1975. Reproducao de *Sitophilus zeamais* Motsch. 1885 em milho e arroz irradiados e expurgados com phostoxin em Pernambuco. In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciencia, 27°. Belo Horizonte, MG. p.371.
- ROSSETTO, C. J.; DE ARRUDA, H. V.; DA SILVA, W. J. 1975. Localizacao dos ovos de *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) en milho em palha e debulfado. Anais de Sociedade Entomologica do Brasil (Brasil) v. 4, p. 21-27.
- SCHOONHOVEN, A. V.; HORBER, E.; MILLS, R. B. 1976. Conditions modifying expression of resistance of maize kernels to the maize weevil. Environmental Entomology (Estados Unidos) v. 5 no. 1, p. 163-168.
- ; WASSON, C. E.; HORBER, E. 1972. Development of maize weevil on kernels of Opaque-2 and nearly isogenic corn inbred lines. Crop Science (Estados Unidos) v. 12, p. 862-863.
- SEIFEKNASE, Y. E.; MILLS, R. B. 1985. Resistance of pearl millet cultivars to *Sitophilus oryzae*, *Sitotroga cerealella*, *Rhyzoperta dominica*. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 78, p. 181-184.
- SINGH, D. N.; McCAIN, F. S. 1963. Relationship of some nutritional properties of the corn kernel to weevil infestation. Crop Science (Estados Unidos) v. 3, p. 259-261.
- STRONG, R. G.; SBUR, E. E.; PARTIDA, G. J. 1967. Rearing stored products insects for laboratory studies: lesser grain borer, granary weevil, rice weevil. *Sitophilus zeamais* and Angoumois grain moth. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 60 no. 4, p. 1078-1082.
- TIPPING, P. W.; RODRIGUEZ, J. G.; PONELEIT, C. G.; LEGG, D. E. 1988. Feeding activity of the maize weevil (Coleoptera: Curculionidae) on two corn lines and some of their mutants. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 81 no. 3, p. 830-833.
- VAN HUIS, A. 1978. Posibilidades de control integrado de plagas de maíz, sorgo y fríjol en Centroamérica. In: Congreso Nacional de Entomología, 12°. Resumen. Folia Entomológica (México) no. 39-40, p. 171-172.
- VILLACIS, J. S.; SOSA, C. M.; ORTEGA, A. C. 1972. Comportamiento de *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae) y de *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) en diez tipos de maíz con características contrastantes. Revista Peruana de Entomología (Perú) v. 15 no. 1, p. 153-164.
- WIDSTROM, N. W.; McMILLIAN, W. W.; REDLINGER, L. M.; WISER, W. J. 1983. Dent corn inbred sources of resistance to the maize weevil (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 76, p. 31-33.
- ; REDLINGER, L. M.; WISER, W. J. 1972. Appraisal of methods for measuring corn kernel resistance to *Sitophilus zeamais*. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 65 no. 3, p. 790-792.