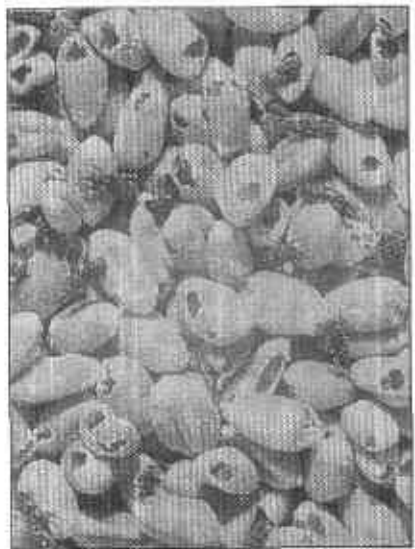


ESTUDIOS DE RESISTENCIA DE MAÍZ A *Sitophilus zeamais* MUTSCH (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Luis Armando Castro Ortega*

Desde cuando el hombre comenzó a almacenar productos, ha tenido problemas para su protección. Estos males cada día se acentúan porque el incremento en los rendimientos de las cosechas y su industrialización obligan a almacenarlos por períodos más largos.

Sitophilus zeamais (Mutch), o gorgojo de los granos de maíz, es un insecto de gran importancia económica. Se lo considera como uno de los más destructivos en todo el mundo. En estados de adulto y larva causa grandes pérdidas anualmente al maíz y a otros cereales almacenados. A pesar de los éxitos espectaculares de resistencia vegetal a plagas que menciona la literatura, este componente del manejo integrado de plagas no se ha tenido en cuenta en las estrategias de control de las plagas que atacan a los granos del maíz almacenado. En este sentido, (Horber 1987) destaca que los estudios de resistencia a plagas de almacén no han tenido la misma dedicación de esfuerzo que los enfocados a buscar altos rendimientos, adaptación a diferentes áreas agroecológicas y resistencia a plagas de campo. Es así como tradi-



FOTOGRAFÍA 5. Daño por *Sitophilus zeamais* o gorgojo de los granos del maíz.

(Foto: Dr. Manuel Torregroza C.)

* Grupo de Sorgo CI Motilonia, Apartado Postal 021, Codazzi, departamento del Cesar.

cionalmente estos problemas han tratado de resolverse mediante el control químico, medida que resulta desventajosa por los altos costos, el exceso de mano de obra y los efectos nocivos que genera su uso. Esta situación plantea la necesidad de contar con genotipos de utilidad para el hombre por su valor nutritivo y gustativo, pero que no sean de igual manera atractivos para los insectos. Así lo requiere el nuevo enfoque de agricultura sostenible, sobre todo en países que como el nuestro han tenido una alta dependencia del control químico.

Para el estudio de resistencia a plagas de almacén se han venido utilizando varios criterios. Eden (1952) y Dobic (1977) emplearon la cobertura de la mazorca. Vanderschaaf *et al.* (1969) aplicaron un % de susceptibilidad, el cual consistía en dividir la progenie de cada genotipo, sobre la progenie del material utilizado, como testigo susceptible y el resultado se multiplicaba por 100. Dobic (1974) generó un índice de susceptibilidad, el cual proviene de obtener el logaritmo natural del resultado de dividir el número de progenies del período promedio de desarrollo multiplicado por 100. Betanzos (1980) y Widstrom *et al.* (1972) sugirieron la pérdida de peso, como la mejor variable, por reflejar un impacto económico directo. Otras variables sugeridas han sido: la progenie, la mortalidad y el peso de los gorgojos. Como posibles fuentes de resistencia se ha señalado el pericarpio (Schoonhoven *et al.*, 1972; y Gómez *et al.*, 1983), dureza y azúcar (Singh MacCain 1963; Villacis 1979), proteínas (Villacis 1979); la amilasa (Rhine y Staples 1968), los ácidos berúlico y p-coumárico (Serratos *et al.* 1979 y Classen *et al.*, 1990).

Como metodología para determinar la resistencia a plagas de almacenamiento se han realizado fundamentalmente dos tipos de pruebas: la elección libre y la no elección o confinamiento. En la primera se les ofrece a los insectos diferentes materiales para que estos elijan su alimentación. Esta situación simula lo que podría suceder en campo sembrado con diferentes materiales. En la segunda, se obliga a los insectos a alimentarse de un sustrato específico, en donde el desarrollo y supervivencia va a estar en función de que éstos consuman o no el alimento que se les brinda. Aplicando estas dos pruebas, se realizó un trabajo encaminado inicialmente a determinar resistencia y unas observaciones para determinar preferencia del *Sitophilus zeamais* a la oviposición en 30 genotipos de maíz del Banco de Germoplasma del Cimmyt. De igual manera se estableció la relación entre el contenido proteínico de los granos con las variantes utilizadas en este experimento.

En estos trabajos es pertinente considerar que el nivel de resistencia de un genotipo cualquiera se define en términos de otros generalmente más susceptibles. Esto supone que cualquier clasificación, en cuanto a grados de resistencia o susceptibilidad concierne, puede resultar subjetiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Pruebas de confinamiento

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó una cámara de cría en condiciones controladas (26 + 1°C + y 70 + 5% de humedad relativa).

En las Tablas 1, 2 y 3 se relacionan los genotipos incluidos en esta investigación. Estos maíces se introdujeron durante 10 días en un congelador a -10°C para eliminar infestaciones de campo. La humedad fue homogeneizada entre 12 y 13%. Las muestras en esas condiciones se mantuvieron en cámara de cría durante tres semanas. Simultáneamente se obtuvo una cría de *S. zeamais* en la variedad de maíz, cacahuacintle, haciendo uso de 60 insectos progenitores de edad y sexo desconocido por cada 200 granos de maíz. Diez días después, cuando se obtuvo oviposición suficiente, se retiraron los insectos progenitores. Luego, se tomaron 400 gramos de cada genotipo, los cuales se dividieron en submuestras de 100 gramos y se colocaron en frascos de 0.5 litros de capacidad, cuya tapa (de rosca) tenía una perforación para permitir la ventilación. Por cada 100 gramos se confinaron 20 insectos de una a tres semanas de edad y sin sexar. Las muestras se colocaron en un diseño experimental de bloques completamente al azar. A partir de 14 días (cuando se retiraron los insectos progenitores) se realizó un muestreo cada mes, hasta cumplir 104 días de confinamiento. En cada inspección se registró la pérdida de peso, el peso de "harina" producida por el daño, el total de adultos vivos y muertos y el % de granos dañados (esta variable se registró solo en el muestreo 3).

TABLA 1. Genotipos de maíz, adaptados a áreas tropicales, utilizados para evaluar su resistencia a *S. zeamais*.

No. *	Genealogía		Origen	Textura
1	Poza Rica	8761	TL88B-4340	Cristalino
2	Across	8762	TL89B-6E27	Cristalino
3	Nyankpala	8763	TL89B-6317	Dentado
4	Across	8763	TL89B-6328	Dentado
5	Across	8764	TL89B-6321	Dentado
6	Across	8664	TL89B-1351	Semi-cristalino
7	Across	8664	TL89A-1351	Dentado
8	S86PISQ		PR88-5336	Cristalino
9	S86PISQ		PR87A-347	Dentado
10	S86PISQ		PR888-6337	Dentado
11	SF587P23Q		PR888-348	Cristalino
12	S86300Q		PR89B-6314	Dentado y Cristalino
13	S89345Q		PR89B-5314	Dentado
14	Ejura (1)	7843Q	PR89A-333-1	Suave (Harinosos)

* Número que identificó a cada genotipo en los experimentos .

TABLA 2. Genotipos de maíz, con alto contenido proteínico, adaptados a áreas subtropicales, empleado para evaluar su resistencia a *S. zeamais*.

No.*	Genealogía	Origen	Textura
15	Tlaltizapán 8667	TL88B-6347	Cristalino y smi-cristalino
16	S8668Q	TL87A-1356	Dentado
17	Across 8569	TL87A-1356	Cristalino
18	Tlaltizapán 8670	TL87A-6324	Dentado
19	S89S545Q	TL89B-6313	Cristalino y dentado
37	Cacahuancitile ²		Dentado-harinoso
18	Palomero ³	Mercadeo público	Cristalino-reventador

* Número que identificó a cada genotipo en los experimentos.

² Testigo susceptible

³ Testigo resistente

TL = Tlaltizapán

TABLA 3. Líneas con diferentes grados de endocria de poblaciones de maíz, con alto grado proteínico, adaptadas a áreas tropicales utilizadas para evaluar su resistencia a *S. zeamais*.

No.*	Genealogía	Origen	Textura
20	P1 Día 1'90	PR89B-5308	Cristalino
22	P3 Día 2'90	PR89B-5304-3	Cristalino
23	P4 Día 1'90	PR89B-5304-11	Cristalino
25	P6 Día 1'90	PR89B-5308-17	Cristalino
26	P7 Día 1'90	PR89B-327-335	Cristalino
30	P11 Día 1'90	PR89B-5304-142	Dentado
31	P1 Día 2'89	PR89B-5306-39	Cristalino
35	P5 Día 2'89	PR89B-5306-40	Dentado
36	B25C22MH5 - 1 - 2 - b	PR89B-5303-128	Cristalino

* Número que identificó a cada genotipo en los experimentos.

P= Población

C= Pool

PR = Poza Rica

En cada genotipo se determinó: el porcentaje de proteína mediante el método autoanalizador de Technicon 2 y el porcentaje de triptófano a través del método de Opienska Blauth, modificado por Hernández. Para la determinación de lisina, se usó un analizador de aminoácidos marca Bekman 120 c. Estas metodologías fueron descritas por Villegas *et al.*, 1985.

PRUEBAS DE LIBRE ELECCIÓN

Se tomaron 15 gramos de cada genotipo. Estos se colocaron en cajas de petri y llevados a unos recipientes circulares metálicos (tintas) de 80 cm de diámetro y 15 de altura. Las muestras se distribuyeron alrededor de las tintas, en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. En el centro de la estructura se pusieron 450 insectos a gramos de maíz en la proporción de 1:1. Estas pruebas tuvieron una duración de 10 días. Al transcurrir ese lapso, se registró el número de insectos por granos, por oviposiciones por grano y el porcentaje de granos ovipositados. Para la determinación de las oviposiciones se siguió el procedimiento propuesto por Frankenfeld (1948), citado por Horber, 1987.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas de confinamiento

En el primer muestreo (a 44 días de la infestación inicial) la variable pérdida de peso del grano osciló entre 3.75 y 1.25%. (Figura 1). Solamente el genotipo 14 presentó diferencias estadísticas significativas, según la prueba de Turkey. (P62 0.05). En los demás materiales se detectaron diferencias tan bajas que impidieron hacer una discriminación de su resistencia. Esta variable fue la misma que sugirieran otros autores como la mejor prueba por mostrar el impacto económico directo del daño de insectos de granos almacenados (Betanzos *et al.*, 1980 y Widstrom *et al.*, 1978).

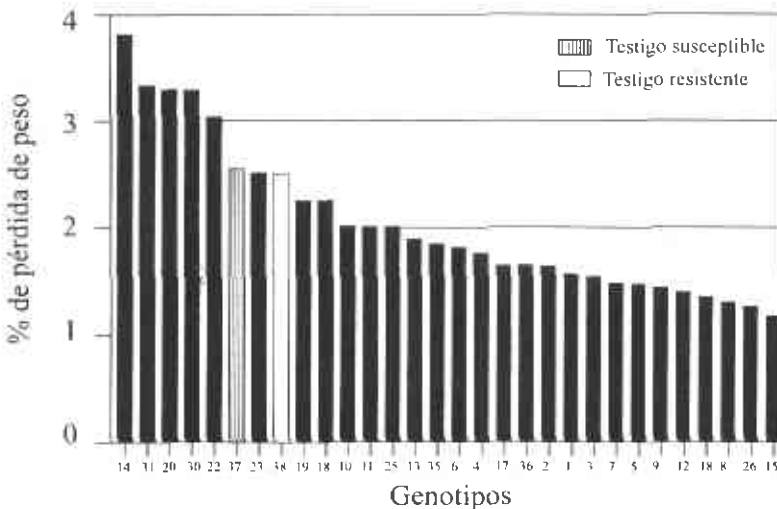


FIGURA 1. Por ciento promedio de pérdida de peso, inducida al cabo 44 días (muestreo 1) por *S. zeamais* confinados en 30 genotipos de maíz por resistencia.

Con respecto a las variables adultos vivos y peso de "harina", también se destacó el genotipo 14, con diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$ Prueba de Tukey). En esta etapa del experimento, la variable insectos muertos solo apareció en los genotipos 23 y 4, pero a niveles muy bajos.

En el muestreo 2, (a 74 días de la infestación inicial), se observó un agrupamiento más claro entre los genotipos que al final resultaron con niveles relativos de resistencia y con relación a la mayoría de los genotipos evaluados. En las variables peso de "harina" y total de adultos vivos, el genotipo 14 volvió a presentar diferencias estadísticas significativas (según prueba de Tukey, $P > 0.050$).

Para el muestreo 3, (a 104 días de la infestación inicial), las pérdidas de peso estuvieron entre 42.6 y 9.51%, habiendo sobresalido como los más susceptibles los genotipos 14, 30 y 31, con pérdidas de peso de 136, 53 y 41% más altas que el genotipo susceptible. Los genotipos 26, 15 y 9 perdieron 39.9, 22.7 y 18.6% menos que el testigo resistente. En consideración a esos márgenes de pérdidas, fueron catalogados como resistentes. La Figura 2 muestra los valores promedio de la variable adultos vivos. Estos oscilaron entre 885 y 79 insectos, correspondiendo respectivamente a los genotipos 14 y 26. En esta etapa se presentó el mayor valor de insectos muertos, siendo los genotipos 26 y Palomero los que estuvieron asociados a mayor porcentaje de mortalidad, con valores promedios de 10.25 y 5.10%, respectivamente. (Figura 3). Al considerar todas las variables, el primero de estos genotipos se mostró como el más resistente a partir del segundo muestreo.

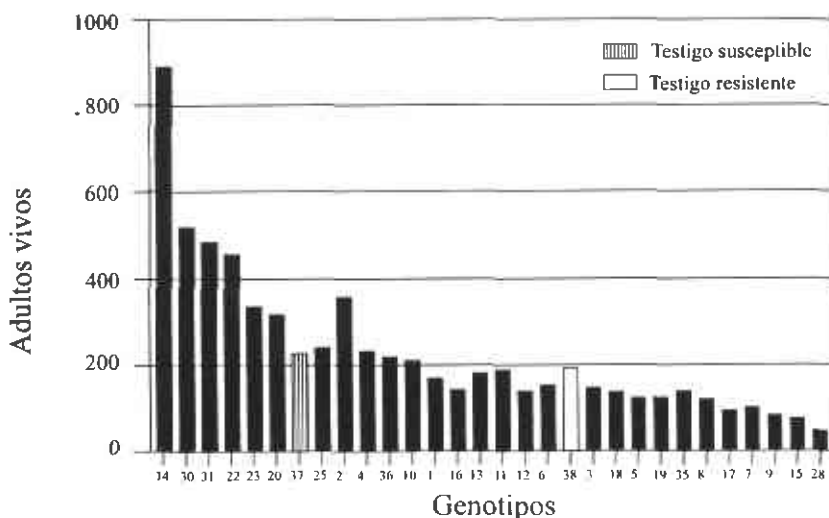


FIGURA 2. Por ciento promedio de pérdida de peso, al cabo de 104 días (muestreo 3) en 30 genotipos de maíz evaluados por su resistencia a *S. zeamais* en pruebas de confinamiento.

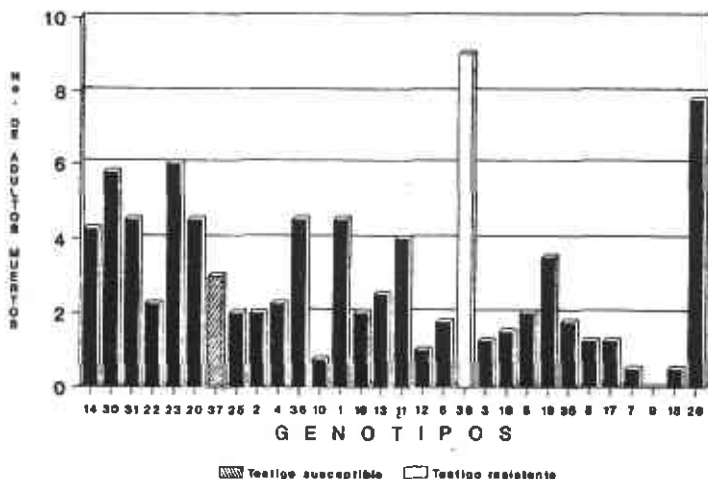


FIGURA 3. Promedio de adultos de *S. zeamais* muertos, producidos al cabo de 104 días (muestreo 3) en 30 genotipos de maíz evaluados por su resistencia en pruebas de confinamiento.

La Figura 4, señala el comportamiento de los genotipos estudiados respecto a las variables pérdidas de peso y porcentaje de granos dañados. La relación que se observa es directa, con ligeras desviaciones en algunos genotipos, lo cual es atribuible a diferencias en la intensidad del daño que sufren algunos maíces. Por lo tanto, es cuestionable el uso de esta variable aislada, si no se complementa con otras. Sin embargo, puede ser de utilidad cuando se evalúen materiales para conservación de semillas, en donde no interese tanto la pérdida de peso como el número de granos sanos.

La Tabla 4, muestra las correlaciones entre las variables estudiadas y el contenido proteínico en todos los materiales. Los aminoácidos, lisina y triptofano en proteína y en la muestra, no se correlacionaron con la pérdida de peso, porcentaje de granos dañados, peso de "harina", ni con el total de adultos vivos. Estos resultados coinciden con los de Singh y MacCain (1963). Relativo al número de insectos con *Sitophilus oryzae*, la falta de correlación no descarta la influencia que puede tener la proteína (y sus aminoácidos), como fuente nutritiva de los gorgojos adultos. No se encontró correlación entre los parámetros, pérdida de peso y peso de "harina", con proteína, lo cual concuerda con los resultados de Betanzos (1980). Esto muestra que existe la posibilidad de obtener maíces con buen contenido de proteínas y al mismo tiempo con características de resistencia a *S. zeamais*.

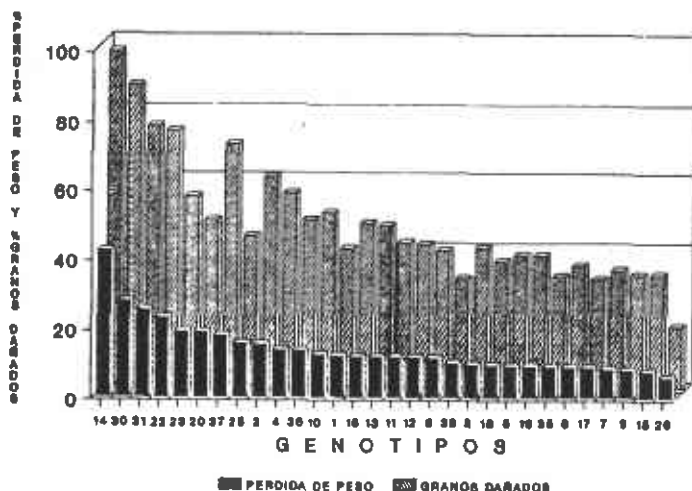


FIGURA 4. Porcentaje de granos dañados y de pérdida de peso (x) al cabo de 104 días (muestreo 3) en 30 genotipos de maíz evaluados por su resistencia a *S. zeamais* en pruebas de confinamiento.

El número de adultos indicó correlación positiva (al 1% de probabilidad estadística) con la proteína. Esto podría significar que un alto contenido de proteína generó un efecto de antibiosis, el cual se reflejó en mortalidad de adultos.

TABLA 4. Correlaciones entre las variables pérdida de peso, porcentaje de granos dañados, total de adultos, adultos muertos y contenido proteínico en 30 genotipos de *S. zeamais* en pruebas de confinamiento.

Variables	% Pérdida de peso	Granos dañados	Peso de harina	Total adultos	Adultos muertos
Proteína	0.03	-0.10	-0.001	0.9	0.44**
Triptófano/ muestra	-0.09	-0.10	-0.18	-0.03	-0.38*
Triptófano/Proteína	-0.13	-0.04	-0.17	-0.12	-0.57**
Lisina/muestra	0.22	0.08	0.12	0.25	0.01
Lisina/proteína	0.19	0.15	0.15	0.17	0.30

* Significativo a 5% de probabilidad estadística.

** Significativo a 1% de probabilidad estadística.

En relación con las pruebas de libre elección, se encontró que los genotipos con mayor número de oviposiciones por grano fueron el 14 y el 30, los cuales recibieron 18.66 y 9.74% más oviposiciones que el testigo susceptible y 233.6 y 257.9% más que el testigo resistente.

Coincidentalmente, estos dos genotipos fueron los que presentaron un nivel de susceptibilidad más alto en relación a la pérdida de peso en las pruebas de confinamiento. Los genotipos 6 y 36 presentaron menor número de oviposiciones por grano en cantidades de 69.3 y 71% más que el testigo susceptible y 7.5 y 12.6% menos que el resistente.

La variable adultos por grano se tomó para observar la atracción de *S. zeamais* por los diferentes maíces. Los resultados indican que los genotipos 30 y 22 atrajeron mayor número de insectos por grano. Estos fueron dos de los cuatro genotipos que tuvieron la mayor pérdida de peso en las pruebas previas de confinamiento. Entre los menos atrayentes se destacaron el 9, 19, 17, 36, 35 y el 26. Estos genotipos, en las pruebas anteriormente señaladas, tuvieron la más baja pérdida de peso.

Al comparar los genotipos 30, 22, 4, 18 y 31 con el 14 (Figura 5), se observó que, no obstante el mayor número de insectos atraídos por los primeros, éstos fueron superados en número de oviposiciones por el segundo. Esta situación impide concluir que la presencia de adultos en cada muestra coincide con su preferencia hacia la oviposición, aunque en ciertos genotipos se mantenga una relación estrecha entre variables.

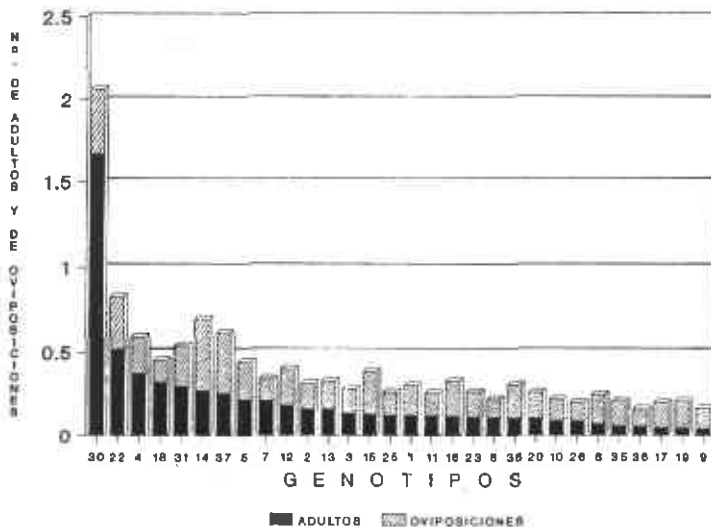


FIGURA 5. Adultos y oviposiciones (x) por grano, de *S. zeamais* en 30 genotipos de maíz utilizados para determinar preferencia por la oviposición. Pruebas de libre elección.

Entre los genotipos con mayor porcentaje de granos ovipositados se destacaron el 14, el 30 y el 22 (Figura 6) que tuvieron 3.48, 2.9 y 2.3 veces más granos ovipositados que el testigo resistente (Palomero). Los que mostraron menor porcentaje de granos ovipositados fueron el 6, el 26 y 18. Todos sufrieron daños ligeramente inferiores al Palomero en el orden del 21.9, 15.3 y 7.5, respectivamente.

De un análisis conjunto entre las variables, porcentaje de granos ovipositados y de oviposiciones por grano, se desprende que en la mayoría de los genotipos los de mayor número de oviposiciones tuvieron mayor porcentaje de granos ovipositados y viceversa. Esto parece indicar una tendencia del insecto a colocar un huevo por grano, al menos durante los diez días que estuvieron expuestas las muestras. El uso de estas variables no es recomendable para concluir que existe resistencia, porque ignora qué pueda pasar con los huevos, larvas y también el efecto que los diferentes materiales tengan en la mortalidad, fecundidad y fertilidad de los insectos que lleguen a adultos. Dobbie (1974) coincide con esta apreciación al no encontrar evidencias que le permitieran relacionar el número de huevos dejados por los insectos con la susceptibilidad y por el desconocimiento de los factores que operan después de la oviposición.

Las correlaciones resultaron estandarísticamente no significativas.

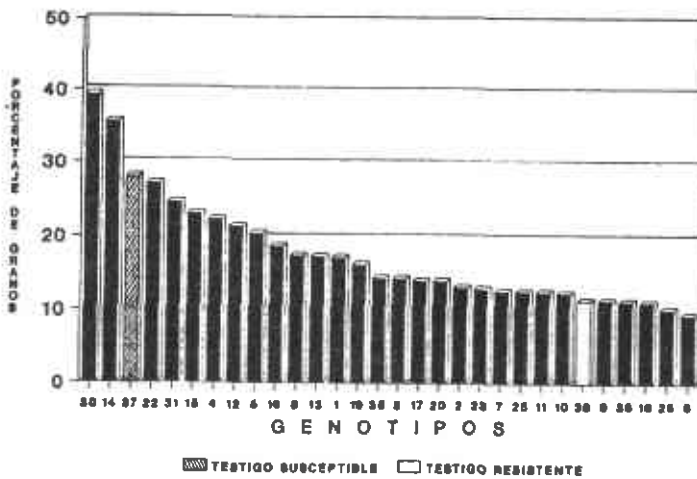


FIGURA 6. Porcentaje de granos con oviposturas (x) de *S. zeamais* en 30 genotipos de maíz utilizados para determinar preferencia por la oviposición. Pruebas de libre elección.

La Tabla 5 muestra que no hubo correlación entre las variables estudiadas con las que aluden al contenido proteínico. Por lo tanto, se afirma que el porcentaje de proteína y su calidad (lisina y triptófano) en las muestras, no tuvieron influencia en la preferencia del insecto para ovipositar en uno u otro genotipo.

TABLA 5. Correlaciones entre las variables: oviposiciones por grano, porcentaje de grano ovipositado y contenido proteínico en 30 genotipos de maíz evaluados por preferencia a *S. zeamais* en pruebas de libre elección.

Variables	Oviposiciones por grano	Adultos por grano	% de granos ovipositados
Proteína	-0.28	-0.06	-0.28
Triptófano/muestra	-0.23	-0.08	-0.25
Triptófano/proteína	-0.01	0.12	-0.02
Lisina/muestra	-0.01	0.06	-0.15
Lisina/proteína	0.16	0.11	0.15

CONCLUSIONES

Las pruebas cortas de confinamiento (muestreo 1), solo permitieron determinar la tendencia general de los genotipos de maíz frente al ataque de *S. zeamais*.

Las pruebas aproximadas de duración a dos ciclos biológicos (Muestreo 2), confirman tendencias generales y señalan algunas particulares, pero tampoco deben admitirse como concluyentes. El análisis de la información, después de tres generaciones (Muestreo 3), fue lo mínimo necesario para expresar conclusiones válidas en la mayoría de los genotipos.

Los genotipos 14, 30 y 31 fueron los más susceptibles y el 26,15 y el 9 los que resultaron con niveles más altos de resistencia.

La proteína se correlacionó positivamente (al 1% de significancia estadística) con el número de insectos muertos. Este hecho sugiere un efecto general de antibiosis.

La proteína, el triptófano y la lisina, no se correlacionaron con la pérdida de peso, así como tampoco con el número de adultos vivos. Esto indica que es factible mejorar los contenidos de altos elementos químicos del maíz, sin correr altos riesgos de seleccionar por susceptibilidad a *S. zeamais*.

Las pruebas de libre elección mostraron que los genotipos más preferidos fueron: Ejura (1), 7843Q, P11 Día 1'90, Cacahuachintle y P3 Día 2'90. Igualmente estos tuvieron el mayor porcentaje de granos dañados: P11 Día 1'90 y P3 Día 2'90, atrajeron el mayor número de adultos.

Los genotipos B23C22MH5-1-2-b, Across 8765, P7 Día 1'90 y Palomero, fueron los menos preferidos para la oviposición y también los que tuvieron el

menor porcentaje de granos ovipositados. S86 P15Q3 y S8S545Q atrajeron el menor número de insectos adultos.

Durante el tiempo de exposición de las muestras, *Sitophilus zeamais* tuvo una tendencia a colocar un huevo por grano de maíz.

La proteína y sus aminoácidos, lisina y triptófano, no presentaron influencia en la preferencia de los insectos por oviposición. Tampoco en la atracción de adultos y en el porcentaje de granos ovipositados.

Para un análisis más completo de este tipo de investigaciones, podría ser necesario incluir otros factores, como la dureza y los contenidos de amilasa, fenoles y grasas en cada genotipo. Esto permitirá tener una explicación más clara de las propiedades del grano involucradas en la manifestación de resistencia y/o susceptibilidad al ataque del *S. zeamais*.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. **Betanzos, M.E.**, 1980. Selección de variedades de maíz de alta calidad proteínica por resistencia al picudo del *S. zeamais* (Motsch). I. Correlaciones entre características del grano e indicadores de resistencia. *Agricultura Técnica en México*. 6:45-46.
2. **Claseen, D., J.T. Arnason, Serratos, J.D.H., Lambert, C. Nozzolillo and B.J.R. Philogene.** 1990. Correlation of phenolic acid content of maize to resistance to *Sitophilus zeamais*. The maize Weevil, in Cimmyt's Collections. *J. Chem. Ecol.* 16 (2): 301-315.
3. **Dobie, P.** 1977. The contribution of the tropical stored products center to the study of insect resistance in stored maize. *Trop. Stored Prod. Inf.* 34:7-22.
4. ———, 1974. The laboratory assesment of the inherent susceptibility of maize varieties to postharvest infestation by *Sitophilus zeamais* (MOTSCH). (Coleoptera: Curculionidae). *J. Stored Prod. Res.* 10: 183-197.
5. **Eden, W.G.** 1952. Effect of husk cover of corn on rice weevil damage in Alabama. *J. Econ. Entomol.* 45 (3): 543-544.
6. **Horber, E.** 1987. Methods to detect and evaluate resistance in maize to grain insects in the field and in storage. pp.140-150. *In: Toward insect resistant maize for the third world: Proceeding of developing host plant resistance to maize insect.* Cimmyt, México.
7. **Gómez, L.A., J.G. Rodríguez, C.G. Poneleit, and D.F. Brake** 1973. Relationship between some characteristics of the corn kernel pericarp and resistance to the rice weevil (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 76 (4) 797- 800.
8. **Schoonhoven, A.V., E. Horber, R. Mills, and E. Wason.** 1972. Resistance in corn kernels to the maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Motsch). *Proceeding North Central Branch. E.S.A. Bull* 27:108-109.
9. **Serratos, A., J.T. Aranson, C. Nozzolillo, J.D.H., Lambert, B.J.R. Pphiloe-ne, G. Fulcher, K. Davidson, L. Peacock, J. Atkinson and P. Morand.** 1987. Factor contributing to resistance of exotic maize population to maize weevil, *Sitophilus zeamais*, *J. Chem. Ecol.* 13 (4): 751-761.
10. **Singh, D.N., and F.S. Maccain** 1963. Relations-hip of some nutritional properties of corn kernel to weevil infestation. *Crop. Sci.* 3 (3): 259-261.

MAÍZ Y SORGO

11. **Vandershaaf, D., D. Wilbur and R.H. Painter.** 1969. Resistance of corn to laboratory infestation of larger rice weevil, *Sitophilus zeamais* (Motsch). (Coleoptera: Curculionidae). En 10 tipos de maíz con características contrastantes. SAG-ENA-CP. Tesis de Maestría en Ciencias, Chapingo, México, 32 p.
12. **Villegas, E., E. Ortega y R.Bauer.** 1985. Métodos químicos usados en el Cimmyt para determinar la calidad de proteína de los cereales. México 32 p.
13. **Widstrom, N.N., L.N. Redlinger and W.I. Wiser.** 1972. Appraisal of methods for measuring corn kernel resistance to *Sitophilus zeamais*, *J. Econ. Entomol.* 63 (3): 790-792.

BIBLIOTECA AGRONÓMICA
DE COLOMBIA