

## EFFECTOS NUTRICIONALES Y REPRODUCTIVOS DE 5 TIPOS DE MAIZ EN EL DESARROLLO DE SITOPHILUS ZEAMAIIS MOTSCHULSKY (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)<sup>1</sup>

José Villacís S.<sup>2</sup>

Carlos Sosa M.<sup>3</sup>

Alejandro Ortega C.<sup>4</sup>

### SUMARIO

Los maíces Opaco-2 y Harinoso-2, constituyen actualmente una de las más valiosas contribuciones en el campo del mejoramiento nutricional del maíz, por el aporte efectivo que ellos ofrecen para la alimentación del hombre y de animales domésticos, debido al aumento considerable de calidad de proteína en el endospermo del grano.

En base a estos antecedentes se decidió realizar un estudio con el propósito de observar el efecto nutricional y reproductivo de los maíces Opaco-2 y Harinoso-2, en el desarrollo de *Sitophilus zeamais* comparándolos con otros tres tipos de maíces comerciales en México: Cacahuazintle, Chalqueño normal y Dulce, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa.

A cada tipo de maíz se le determinó el contenido de proteína, lisina y triptófano, así como también se evaluó la dureza de los granos. Se obtuvieron 5 generaciones del insecto en estudio, registrándose el número y peso de los adultos emergidos.

De los resultados obtenidos, se puede manifestar que

el número y tamaño de los granos influenciaron en el número de adultos de *S. zeamais* emergidos. Por lo tanto no se puede llegar a una conclusión muy consistente, respecto al efecto en la reproducción. Sólo se puede preliminarmente afirmar que en el maíz Chalqueño normal, se obtuvo el menor número de adultos emergidos en 4 de las 5 generaciones estudiadas, debido posiblemente a la mayor dureza de sus granos.

El mayor peso por adulto emergido, se obtuvo en los maíces Harinoso-2 y Opaco-2 demostrando un incremento del 8.82% y 8.33% respectivamente, con relación al peso obtenido en los adultos emergidos en el maíz Cacahuazintle que se le consideró como testigo.

Los altos contenidos de los aminoácidos, lisina y triptófano, determinados en los maíces Harinoso-2 y Opaco-2 (0.494%, 0.83% para el Harinoso-2 y 0.495%, 1.07% para el Opaco-2, respectivamente), pueden haber contribuido a que se cumplan mejor los requerimientos nutricionales en el desarrollo de *S. zeamais*.

### SUMMARY

The types of corn Opacous-2 and Mealy-2, because of the great quality of protein they have in the endosperm, are the most valuable contributions in the nutritional aspect for humans and also for domestic animals.

This importance lead to a study about the effect of these two types of corn on the development of *Sitophilus zeamais*, comparing with other 3 comercial types of corn in Mexico: Cacahuazintle, Normal Chalqueño and Sweet, under controlled conditions of temperature and relative

humidity.

For each type of corn was determined the content of protein, lysin and tryptophane, and the hardness of the grains. 5 generations of the insect were studied, registering the total number and the weight of the adults emerged. The number and the size of the grains influenced the total number of insects emerged. Possibly the hardness of grains in Normal Chalqueño made a minor total of adults emerged in 4 of the 5 generation obtained.

The higher weight per adult was given for Mealy-2 and Opacous-2, with an increment of 8.82% and 8.33% above Cacahuazintle, used as test.

The higher content of lysin and tryptophane in Mealy-2 (0.494% and 0.83%) and in Opacous-2 (0.495% and 1.07%) could have contributed in a best manner to the nutritional requirements of *Sitophilus zeamais*.

<sup>1</sup> Presentado al 1er. Congreso Latinoamericano de Entomología, Cusco, Perú. 12-18 abril 1971.

<sup>2</sup> Ex-Alumno de la Rama de Entomología, Colegio de Post-graduados, Chapingo, México, y actualmente Entomólogo del INIAP, Guayaquil, Ecuador.

<sup>3</sup> y <sup>4</sup> Consejero y Asesor, respectivamente.

## INTRODUCCION

Los maíces Opaco-2 y Harinoso-2 constituyen actualmente una de las más valiosas contribuciones en el campo del mejoramiento nutricional del maíz, por el aporte efectivo que ellos ofrecen para la alimentación del hombre y de animales domésticos, debido al aumento considerable de calidad de proteína en el endospermo del grano.

Según Mertz *et al.* (1964), el desempeño de los genes recesivos Opaco-2 y Harinoso-2, consiste en que modifican radicalmente el balance de aminoácidos existentes en las proteínas del endospermo y el efecto principal de estos genes estriba, en que reducen la zeína (proteína de baja calidad) hasta las 2/3 partes y duplican el contenido de lisina y triptófano (aminoácidos esenciales). La zeína, constituye aproximadamente el 80% del endospermo en la generalidad de los maíces comerciales. Además sucede, que con la incorporación de los genes que nos ocupa, la textura del endospermo, fenotípicamente se hace harinosa, permitiendo mediante esta característica, el fácil manejo genético de estos mutantes.

Realmente se ignora si otros insectos han sido utilizados en esta clase de estudio nutricionales, con los maíces Opaco-2 y Harinoso-2; por la revisión de literatura se conoce que sólo se han realizado estudios de esta índole, con personas adultos y niños, con cerdos, ratas y pollos.

Así por ejemplo, Mertz *et al.* (1965) estudiaron en ratas, el efecto nutricional del maíz Opaco-2 en comparación con el híbrido Indiana 453 que tenía un mismo nivel de proteína. Después de 28 días, las ratas alimentadas con el Opaco-2 habían ganado 97 gramos de promedio y las alimentadas con el Indiana 453, sólo habían aumentado 27 gramos, es decir, que con el Opaco-2 las ratas crecieron 3.59 veces más rápido.

Pickett (1966), también observó el efecto nutricional del maíz Opaco-2 en la cría de cerdos durante 4 semanas. Este autor en uno de sus experimentos alimentó a los cerdos con las dietas siguientes: 1.—Opaco-2 + vitaminas + minerales; 2.—Maíz normal + vitaminas + minerales; 3.—maíz normal + harina de soya + vitaminas + minerales.

Los cerdos alimentados con la dieta 1 alcanzaron el mismo peso que los alimentados con las dietas 2 y 3, pero en un menor tiempo y en forma más uniforme. El consumo de alimento de las dietas 1 y 3 fue estadísticamente diferente al nivel del 5% con relación a las dietas 2. La proporción fue de 3.32 y 3.23 libras consumidas por una de peso ganado y en la dieta 2 fue de 6.88 libras consumidas por libra ganada. La diferencia se atribuyó a los diferentes contenidos de lisina y triptófano de las dietas 1 y 3 en comparación con la dieta 2.

Bressani (1966), estudiando en Guatemala la retención de nitrógeno en niños, evidenció que la calidad de la proteína del maíz Opaco-2 era similar a la proteína (Caseína) de la leche cuando se les alimentó a niveles de 1.8 a 2.0 gramos por kilogramo de peso y por día. Los niños alimentados con maíz corriente considerado como normal, dieron una retención negativa de nitrógeno.

Nelson (1969) menciona que Clark *et al.* (1967) en pruebas con personas adultas de 23 y 28 años de edad, encontró que 5 de 6 personas estuvieron en balance nitrogenado cuando consumieron de 250 a 300 gramos de maíz

Opaco-2 al día, y para la sexta persona que fue la de mayor edad se necesitó de 350 gramos para establecer el equilibrio de nitrógeno.

Wichser (1966) también citado por Nelson (1969), encontró que ratas alimentadas con harina del endospermo de Opaco-2 (7.5% de proteína), ganaron en un lapso de 28 días un peso promedio de 34.7 gramos, en comparación con las alimentadas con endospermo de maíz normal y que tenía el mismo nivel de proteínas; con este maíz, sólo ganaron un peso promedio de 1.4 gramos durante el mismo tiempo.

En base a estos antecedentes se decidió realizar el presente estudio con el propósito de observar el efecto nutricional y reproductivo de los maíces Opaco-2 y Harinoso-2, en el desarrollo de *Sitophilus zeamais* comparándolos con otros 3 tipos de maíces comerciales.

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de insectos de granos almacenados del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) bajo condiciones de temperatura y humedad relativa controladas. ( $27 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $65 \pm 2$  H.R.). El tiempo de duración del estudio fue de 231 días.

Se trabajó con los siguientes tipos de maíz:

Harinoso-2, Opaco-2, Cacahuazintle, Chalqueño Normal y Dulce.

Los contenidos de proteína, lisina y triptófano en granos completos, fueron determinados en el laboratorio de Calidad de Proteínas del CIMMYT, Chapingo, México.

Las muestras obtenidas de los 5 tipos de maíz, se colocaron en un congelador a una temperatura de  $-10^\circ\text{C}$  durante 5 días, con el propósito de evitar infestaciones indeseables. El estudio se llevó a cabo, bajo el diseño experimental completamente al azar, de 5 tratamientos y 4 repeticiones.

Durante todo el experimento que consistió en la obtención de 5 generaciones del insecto problema, se trabajó con muestras de 100 gramos de cada tipo de maíz, las cuales se colocaron en frascos de  $\frac{1}{2}$  litro de capacidad, que tenían en su tapa un pequeño orificio, cubierto y soldado con malla metálica que servía como ventilación. Antes de cada infestación se ajustó la humedad de los granos entre el 12.5 y 13%.

Para la infestación inicial se procedió en la siguiente forma: cada muestra de 100 gramos se infestó con 100 adultos de *S. zeamais*, tomados al azar de los frascos de cría masiva que existen permanentemente en la cámara de cría y que tenían de 1 a 10 días de edad. A los 20 días después de la infestación, se retiraron los adultos progenitores y luego desde la iniciación de la emergencia de los nuevos adultos hasta después de un mes, se registró cada 7 días el número y peso de ellos. Luego para proceder a las infestaciones con adultos de la primera, segunda, tercera y cuarta generaciones en un mismo tipo de maíz, se tomaron también al azar 400 adultos, en la primera fecha de recuento de cada una de las generaciones citadas, con los cuales se infestaban las nuevas muestras de 100 gramos en las 4 repeticiones de cada tipo de maíz.

Los adultos obtenidos en cada fecha de recuento, eran introducidos al congelador en los mismos frascos de cap-

tura con el propósito de matarlos y después de aproximadamente 1 hora se registraba su peso, mediante una balanza eléctrica marca "Sartorius", que tiene una precisión hasta décimas de milímetro. Finalmente, sobre 10 granos de los granos de los 5 maíces en estudio, mediante un penetrómetro universal marca "Humboldt", que determina hasta décimas de milímetro. Finalmente, sobre 10 granos tomados al azar de cada tipo de maíz, se estimó el peso promedio del grano.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados de los análisis químicos realizados en los 5 tipos de maíz, con los cuales se realizó el presente experimento, se pueden observar en el cuadro 1.

**CUADRO 1 —** Porcentajes de proteína, Triptofano y Lisina en granos completos desgrasados de los 5 tipos de maíz.

Tipos de maíz	Proteína %	Triptofano en		Lisina en	
		Muestra %	Proteína %	Muestra %	Proteína %
Opaco-2	9.56	0.102	1.07	0.495	5.18
Harinoso-2	11.00	0.091	0.83	0.494	4.49
Chalqueño normal	10.00	0.060	0.60	0.298	2.98
Dulce	13.13	0.074	0.56	0.361	2.77
Cacahuazintle	7.75	0.062	0.80	0.296	3.82

En el Cuadro 2 se pueden observar el número y peso de los adultos de *Sitophilus zeamais*, emergidos en la I generación. De acuerdo a la Prueba de significación de Tukey que se utilizó en todos los casos al nivel de 5% de probabilidades (Steel and Torrie, 1960,) el número de insectos emergidos en el maíz Opaco-2, fué estadísticamente superior a los emergidos en los maíces Cacahuazintle y Chalqueño normal, pero no se presentó, diferencia significativa entre los maíces Harinoso-2 y Dulce. Entre los emergidos en los maíces Harinoso-2, Dulce, Cacahuazintle y Chalqueño normal no existieron diferencias significativas.

**CUADRO 2 —** Número y peso de los adultos de *S. zeamais* emergidos en la I generación.

Tipos de maíz	Número					$\bar{X}$
	I	II	III	IV	TOTAL	
Opaco-2	475 <sup>1)</sup> 1.5980 <sup>2)</sup>	474 1.5958	375 1.2526	428 1.4140	1752 5.8604	438.00 a
Harinoso-2	433 1.4593	414 1.4061	327 1.0865	431 1.4664	1605 5.4183	401.25 a b
Dulce	314 0.9763	410 1.2870	292 0.8969	364 1.1336	1380 4.2938	345.00 a b
Cacahuazintle	311 0.9704	277 0.8813	411 1.1882	273 0.8227	1272 3.8626	318.00 b
Chalqueño normal	304 0.9943	290 0.9555	322 1.0516	312 1.0055	1228 4.0069	307.00 b

C.V. = 13.46%

WS  $\bar{x}$  = 106.45

1) Número de insectos emergidos en cada repetición.

2) Peso en gramos de los insectos emergidos en cada repetición.

**CUADRO 3 —** Peso promedio individual (en miligramos), de los adultos de *S. zeamais*, emergidos en la I Generación

Tipos de maíz	I	II	III	IV	TOTAL	$\bar{X}$
Harinoso-2	3.3	3.4	3.3	3.4	13.4	3.350 a
Opaco-2	3.3	3.3	3.3	3.3	13.2	3.300 a
Chalqueño normal	3.2	3.3	3.2	3.2	12.9	3.225 a
Dulce	3.1	3.1	3.0	3.1	12.3	3.075 b
Cacahuazintle	3.1	3.1	2.9	3.0	12.1	3.025 b

C.V. = 1.97%

WS  $\bar{x}$  = 0.138

Respecto al peso promedio individual por insecto (Cuadro 3) que para todos los 5 casos se determinó dividiendo el peso total de los insectos emergidos en cada repetición entre o para el número total de ellos, se observó, en la I generación, que el peso de los insectos obtenidos en los maíces Harinosos-2, Opaco-2, Chalqueño normal fué estadísticamente superior a los emergidos en los maíces Dulce y Cacahuazintle, pero no entre ellos. A su vez, entre los maíces Dulce y Cacahuazintle no existieron diferencias significativas.

Los resultados obtenidos en la II generación se indican en los cuadros 4 y 5, en ellos se puede observar que también fué en el maíz Opaco-2 donde mayor número de insectos emergieron, no siendo significativo su número con relación al maíz Cacahuazintle, aunque estadísticamente superior a los emergidos en los otros 3 maíces. El Cacahuazintle fue superior al Chalqueño normal y al Dulce, pero no al Harinoso-2; en la emergencia de adultos; y entre los 3 últimos maíces del Cuadro 4 no existieron diferencias significativas para el número de adultos obtenidos.

**CUADRO 4 —** Número y peso de los adultos de *S. zeamais* emergidos en la II Generación.

Tipos de maíz	I	II	III	IV	TOTAL	$\bar{X}$
Opaco-2	439 <sup>1)</sup> 1.4622 <sup>2)</sup>	407 1.3108	442 1.4750	437 1.4186	1725 5.6666	431.25 a
Cacahuazintle	449 1.4026	400 1.1978	357 1.0702	317 0.9415	1523 4.6121	380.75 a
Harinoso-2	285 0.9486	314 1.0325	336 1.0978	342 1.1719	1277 4.2508	319.25 b c
Chalqueño normal	327 1.0656	324 1.0512	261 0.8508	258 0.8836	1170 3.8512	292.50 c
Dulce	280 0.8835	283 0.8777	246 0.7752	300 0.9486	1109 3.4850	277.25 c

C.V. = 10.27%

WS  $\bar{x}$  = 76.38

1) Número de insectos emergidos en cada repetición.

2) Peso en gramos de los insectos emergidos en cada repetición.

En cuanto al peso promedio individual (Cuadro 5) de los insectos de la II generación, se ve claramente que en orden descendente los maíces mantuvieron la misma posición que en la I generación. Resalta el hecho, sin embargo que entre el maíz dulce, Opaco-2 y Chalqueño no existieron diferencias significativas.

CUADRO 5 — Peso promedio individual (en miligramos), de los adultos de *S. zeamais* emergidos en la II Generación.

Tipos de maíz	I	II	III	IV	TOTAL	$\bar{x}$
Harinoso-2	3.3	3.2	3.2	3.4	13.1	3.275 a
Opaco-2	3.3	3.2	3.3	3.2	13.0	3.250 a b
Chalqueño normal	3.2	3.2	3.2	3.4	13.0	3.250 a b
Dulce	3.1	3.1	3.1	3.1	12.4	3.100 b c
Cacahuazintle	3.1	3.0	3.0	2.9	12.0	3.000 c

C.V. = 2.44% WS  $\bar{x}$  = 0.169

En la III tercera generación, (Cuadro 6 y 7), el número de insectos emergidos en los maíces Opaco-2, Harinoso-2, Cacahuazintle y Dulce, fué significativamente superior a los emergidos en el Chalqueño normal, pero entre ellos, no existieron diferencias estadísticas.

CUADRO 6 — Número y peso de los adultos de *S. zeamais* emergidos en la III Generación.

Tipos de maíz	I	II	III	IV	TOTAL	$\bar{x}$
Opaco-2	359 <sup>1)</sup> 1.1560 <sup>2)</sup>	402	308	334	1403	350.75 a
Harinoso-2	326 1.0466	355	340	345	1366	341.50 a
Cacahuazintle	282 0.8274	324	293	297	1196	299.00 a
Dulce	260 0.8635	232	374	321	1187	296.75 a
Chalqueño normal	222 0.7072	213	219	210	864	216.00 b

C.V. = 11.63% WS  $\bar{x}$  = 76.47

- 1) Número de adultos emergidos en cada repetición.
- 2) Peso en gramos de los adultos emergidos en cada repetición.

CUADRO 7 — Peso promedio individual (en miligramos), de los adultos de *S. zeamais*, emergidos en la III Generación

Tipos de maíz	I	II	III	IV	TOTAL	$\bar{x}$
Opaco-2	3.2	3.2	3.2	3.1	12.7	3.175 a
Harinoso-2	3.2	3.2	3.1	3.1	12.6	3.150 a
Chalqueño normal	3.1	3.2	3.1	3.1	12.5	3.125 a
Dulce	3.3	3.1	2.9	3.0	12.3	3.075 a b
Cacahuazintle	2.9	2.9	3.0	2.9	11.7	2.925 b

C.V. = 2.89% WS  $\bar{x}$  = 0.195

Sobre el peso promedio e individual de los adultos emergidos en la III generación se volvió a manifestar el mismo orden descendente que en las generaciones anteriores, incorporándose estadísticamente en este caso el maíz Dulce al grupo del Opaco-2, Harinoso-2 y Chalqueño normal. Además el maíz Dulce se comportó en forma similar al maíz Cacahuazintle como en los casos anteriores. Es decir, que sólo los 3 primeros maíces siguieron manifestándose estadísticamente superiores al Cacahuazintle en el peso individual de los adultos.

En los Cuadros 8 y 9 se pueden observar los resultados de la IV generación; en el primero se interpreta, que entre el número de adultos de *S. zeamais* emergidos en los maíces Dulce, Harinoso-2, Opaco-2 y Cacahuazintle no existieron diferencias significativas y que sólo este último no superó estadísticamente al maíz chalqueño normal.

CUADRO 8 — Número y peso de los adultos de *S. zeamais*, emergidos en la IV generación

Tipos de maíz	I	II	III	IV	TOTAL	$\bar{x}$
Dulce	458 <sup>1)</sup> 1.4137 <sup>2)</sup>	537	591	441	2027	506.75 a
Harinoso-2	473 1.5885	494	471	479	1917	479.25 a
Opaco-2	442 1.4478	471	468	499	1880	470.00 a
Cacahuazintle	434 1.3393	364	451	439	1688	422.00 a b
Chalqueño normal	312 0.9982	361	423	321	1417	354.25 b

C.V. = 9.84% WS  $\bar{x}$  = 96.00

- 1) Número de adultos emergidos en cada repetición.
- 2) Peso en gramos de los adultos emergidos en cada repetición.

En la IV generación, en lo que respecta al peso promedio individual de los *S. zeamais* emergidos (Cuadro 9), se observó la misma tendencia que en el caso de la II generación, es decir cumpliéndose el mismo orden descendente entre los 5 maíces y las mismas diferencias significativas entre las medias de tratamientos.

CUADRO 9 — Peso promedio individual (en miligramos), de los adultos de *S. zeamais* emergidos en la IV Generación

Tipos de maíz	I	II	III	IV	TOTAL	$\bar{x}$
Harinoso-2	3.3	3.3	3.2	3.3	13.1	3.275 a
Opaco-2	3.2	3.3	3.4	3.1	13.0	3.250 a b
Chalqueño normal	3.2	3.3	3.3	3.1	12.9	3.225 a b
Dulce	3.0	3.1	3.1	3.1	12.3	3.075 b c
Cacahuazintle	3.0	2.9	3.1	3.1	12.1	3.025 c

C.V. = 2.82% WS  $\bar{x}$  = 0.195

En la V generación (Cuadros 10 y 11) se observó que no existieron diferencias significativas entre los 5 tipos de maíz en lo que se refiere al número de adultos emergidos. Esto no aconteció para el caso del peso promedio individual (Cuadro 11) donde se repitió la misma tendencia de di-

CUADRO 10 — Número y peso de los adultos de *S. zeamais* emergidos en la V generación

Tipos de maíz	I	II	III	IV	V	$\bar{X}$
Opaco-2 3571)	421	450	472	1700	425.00 a	
1.21012)	1.4055	1.5489	1.4834	5.6479		
Dulce 417	473	343	428	1661	415.25 a	
1.3052	1.5621	1.0993	1.3452	5.3118		
Harinoso-2 424	417	430	359	1630	407.50 a	
1.4427	1.3683	1.3999	1.2042	5.4151		
Cacahua- 308	506	376	411	1601	400.25 a	
zintle 0.9374	1.5604	1.1873	1.2644	4.9495		
Chalqueño 288	321	316	334	1259	314.75 a	
normal 0.9852	1.0824	1.0330	1.1123	4.2129		

C.V. = 13.30%

WS  $\bar{x}$  = 114.14

1) Número de insectos emergidos en cada repetición.

2) Peso en gramos de los insectos emergidos en cada repetición.

CUADRO 11 — Peso promedio individual (en miligramos), de iso adultos de *S. zeamais*, emergidos en la V Generación

Tipos de maíz	I	II	III	IV	TOTAL	$\bar{X}$
Chalqueño normal	3.4	3.3	3.2	3.3	13.2	3.300 a
Harinoso-2	3.4	3.2	3.2	3.3	13.1	3.275 a
Opaco-2	3.3	3.3	3.4	3.1	13.1	3.275 a
Dulce	3.1	3.3	3.2	3.1	12.7	3.175 a b
Cacahuazintle	3.0	3.0	3.1	3.0	12.1	3.025 b

C.V. = 2.88%

WS  $\bar{x}$  = 0.202

ferenciación estadística que para la III generación. En la V generación, resalta el hecho, de que el maíz chalqueño normal, que durante las cuatro primeras generaciones se mantuvo en el tercer lugar, en este caso se ubicó en el primer lugar, aunque sin diferencia significativa con el Harinoso-2, Opaco-2 y Dulce.

De los resultados obtenidos para el número de adultos de *Sitophilus zeamais* emergidos en las 5 generaciones en los 5 tipos de maíz, se puede interpretar que realmente existieron variaciones entre y dentro de las generaciones, lo que sugiere que posiblemente sus resultados fueron influenciados directamente por el número y tamaño de los granos dentro de las muestras de 100 gramos que se utilizaron y que por lo tanto no se puede llegar a una conclusión consistente respecto a este criterio. Sólo es posible afirmar preliminarmente, que el Maíz Chalqueño normal fue el sustrato donde emergieron el menor número de adultos en 4 de las 5 generaciones obtenidas y que posiblemente esto se debió a la mayor dureza de sus granos (Cuadro 13) con relación a la de los demás maíces. Se estima que esta característica física, juega un papel muy importante dentro de los factores de resistencia a la alimentación y consecuentemente a la oviposición de este insecto.

En cuanto a la respuesta nutricional de los 5 tipos de maíz en el desarrollo de *S. zeamais*, se puede concluir en forma general que en los maíces Harinoso-2, Opaco-2 y Chalqueño normal los insectos tuvieron el mayor peso, especialmente los dos primeros. Esto se puede observar más objetivamente en el Cuadro 12, el cual se estructuró toman-

do como referencia o testigo el peso individual obtenido en el maíz Cacahuazintle.

Es decir, que los porcentajes promedios del peso de los adultos emergidos en las 5 generaciones en los maíces Harinoso-2, Opaco-2, Chalqueño normal y Dulce con relación a los emergidos en el maíz Cacahuazintle, fueron respectivamente superiores en un 8.82%, 8.33%, 7.49% y 3.34%.

CUADRO 12 — Ganancia en peso (%) de los adultos de *S. zeamais* emergidos en los maíces Harinoso-2, Opaco-2, Chalqueño normal y Dulce, con relación al peso de los obtenidos en el maíz Cacahuazintle.

Tipos de maíz	Generaciones						$\bar{X}$
	I %	II %	III %	IV %	TOTAL %	%	
Harinoso-2	10.74	9.17	7.69	8.26	8.26	8.82	
Opaco-2	9.09	8.33	8.54	7.43	8.26	8.33	
Chalqueño normal	6.61	8.33	6.83	6.61	9.09	7.49	
Dulce	1.65	3.33	5.12	1.65	4.95	3.34	

El efecto nutricional positivo, encontrado en los insectos emergidos de los maíces Harinoso-2 y Opaco-2, se puede atribuir entre otras causas, a los altos niveles de lisina y triptófano demostrados en los resultados de los análisis químicos. La calidad de la proteína de estos maíces se refleja en el contenido de lisina y triptófano en la proteína (columnas 3 y 5, Cuadro 1). Por lo tanto se considera que estos 2 aminoácidos colaboraron decididamente a que se cumplan en mejor forma, los requerimientos nutricionales de este insecto.

El comportamiento del maíz Cacahuazintle, con el cual se trabajó, merece especial mención si se pretende dar una explicación nutricional en el desarrollo de *S. zeamais*. La muestra utilizada de este tipo de maíz, demostró un contenido de lisina y triptófano muy superior a lo esperado, de acuerdo a la información personal de Poey (1970). Esta muestra, según sus contenidos de lisina y triptófano, debió permitir un peso de los insectos comparables al obtenido con el Harinoso-2 y Opaco-2. Sin embargo, el peso obtenido fue aún inferior a los emergidos en los maíces Chalqueño normal y Dulce.

Una posible explicación a este singular comportamiento del maíz Cacahuazintle, puede darse en base a los datos del Cuadro siguiente:

CUADRO 13 — Número promedio de granos en las muestras de 100 gramos, peso promedio y dureza de los granos de los 5 tipos de maíz

Tipos de maíz	Nº X de granos en 100 gramos	Peso $\bar{X}$ de grano en mgr.	Dureza en mm.
Dulce	516	0.198	1.8
Harinoso-2	453	0.262	1.8
Opaco-2	331	0.354	1.9
Chalqueño normal	212	0.498	1.2
Cacahuazintle	169	0.627	2.6

Como se puede observar, el grano del maíz Cacahuazintle fue el de mayor tamaño si lo expresamos en peso (0.627 mgr.) y además su número de granos en las muestras de 100 gramos fue el menor (169). En consecuencia, resulta lógico considerar que pudo presentarse una competencia larval dentro de sus granos, ya que durante el estudio se evidenció que hasta 5 ó 6 adultos emergieron de un solo grano. Hecho contrastante, con lo observado en los demás tipos de maíz, donde emergieron sólo hasta 2 adultos por grano.

Finalmente, es razonable estimar que posiblemente otros factores fuera del alcance de este estudio preliminar, pueden estar involucrados en el comportamiento de este tipo de maíz.

### CONCLUSIONES

1.—El número y tamaño de los granos, influenciaron en los resultados del número de adultos de *S. zeamais* emergidos. Por lo tanto, no se puede llegar a una conclusión muy consistente, respecto al efecto en la reproducción.

2.—Sólo se puede preliminarmente afirmar que en el maíz Chalqueño normal, se obtuvo el menor número de adultos emergidos en 4 de las 5 generaciones estudiadas, debido posiblemente a la mayor dureza de sus granos.

3.—El mayor peso por adulto emergido se obtuvo en los maíces Harinoso-2 y Opaco-2.

4.—Los altos contenidos de los aminoácidos lisina y triptófano determinados en los maíces Harinoso-2 y Opaco-2,

pueden haber contribuido a que se cumplan mejor los requerimientos nutricionales en el desarrollo de *S. zeamais*.

### BIBLIOGRAFIA

- BRESSANI, R., 1966. Protein Quality of Opaque-2 Maize in Children. Proceedings of the High Lysine Corn Conference. Purdue University, Lafayette, Indiana, U.S.A. 34-39 pp.
- NELSON, O., 1969. Genetic Modification of Proteina Quality in Plants. Advances in Agronomy. Vol. 21: 171-194.
- MERTZ, E.T., L.S. BATES and O.E. NELSON, 1964. Mutant gene that changes proteina composition and increases lysine content of maize endosperm. Science 145: 279-280.
- , O. VERON, L. BATES and O. NELSON, 1965. Growth of Rats fed on Opaque-2 Maize. Science 148: 1741-42.
- PICKEET, R.A., 1966. Opaque-2 Corn in Swine Nutrition. Proceedings of the High Lysine Corn Conference. Purdue University, Lafayette, Indiana, U.S.A. 19-25 pp.
- POEY, F., 1970. Información personal. Rama de Genética, Colegio de Postgraduados, E.N.A., Chapingo, México.
- STEEL, R. and J. TORRIE, 1960. Principles and Procedures of Statistics. Mc. Graw-Hill Book Company. Inc. New York, U.S.A. 481 pp.