

# COMPARACION DE LOS EFECTOS DE LOS GENES OPACO-2 Y HARINOSO-2 EN EL PESO Y DENSIDAD EN GRANO EN MAICES TROPICALES

Federico R. Poey<sup>1</sup>

*Rama de Genética, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.*

## *Sinopsis*

Cincuenta mazorcas segregantes fenotípicamente para Opaco-2 (o-2) y 50 para Harinoso-2 (fl-2) se utilizaron para estudiar en cada una el peso, volumen y densidad de los granos segregantes comparados a igual número de los respectivos normales. También se compararon entre sí los efectos de los dos mutantes. Se encontró que ambos genes ocasionan disminución altamente significativa en el peso: 13.13 y 9.04% para o-2 y fl-2 respectivamente. En volumen, fl-2 ocasionó un aumento de 3.58% que fue altamente significativo. o-2 no modificó estadísticamente el volumen (98.94%). En ambos grupos se encontró gran variabilidad que permite seleccionar los tipos más pesados o más voluminosos. El efecto en la densidad relativa fue similar en ambos segregantes.

## *Summary*

Fifty ears segregating phenotypically for Opaque-2 (o-2) and 50 for Floury-2 (fl-2) were used to study in each one the weight, volume, and density of the segregating kernels compared with equal number of their respective normals. Also the effects of both genes were compared between them. It was found that both genes reduced the weight significantly: 13.13 and 9.04% for o-2 and fl-2 respectively. fl-2 increased volume in 3.58% that was highly significant. o-2 did not change the volume statistically (98.94%). Much variability was found in both groups that allows for selection of the heavier or bigger types. The effect on the relative density was similar for both genes.

## *Introducción*

Los genes Opaco-2 (o-2) y Harinoso-2 (fl-2), modificadores de la composición de aminoácidos del endospermo, también modifican su estructura, haciéndolo amiláceo o suave en contraste con el tipo común en los maíces dentados o cristalinos de las zonas tropicales con altitud inferior a 1,000 m sobre el nivel del mar.

El objetivo de este estudio es comparar el efecto de estos genes en el peso, volumen y densidad del grano de los tipos segregantes en relación con sus respectivos tipos normales, y además comparar los dos mutantes entre sí. Aunque es poca la información publicada sobre los efectos fenotípicos de estos genes, se pueden citar por lo menos dos opiniones al respecto: Alexander (1966) sugiere la presencia de genes modificadores de tamaño en genotipos homocigotes recesivos Opaco-2 y Nel-

## *Reconocimiento*

Al Ing. Jorge Escobar y Dr. Lauro Bucio Alanís, del Colegio de Postgraduados en Chapingo; por su paciente asesoramiento en este estudio. A los Dres. John H. Lonquist y Gebrand Kingma, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, por revisar y sugerir valiosas modificaciones al manuscrito.

<sup>1</sup> Semillas Mejoradas de México, S. A., Liverpool 143 desp. 101, México 6, D. F. México.

son (1966) menciona que para genotipos de Harinoso-2 los granos segregantes tienen menos pérdida de peso en relación a sus normales que en el caso de Opaco-2.

#### *Metodos y Materiales*

Se escogieron mazorcas segregantes de genotipos con o-2 y fl-2 y se separaron 50 granos de cada tipo, normal y segregante, con los cuales se hicieron todas las medidas y análisis (el término normal se utiliza para describir las texturas dentadas y cristalinas comunes en maíces tropicales). Se tuvo especial cuidado en escoger mazorcas bien fecundadas y utilizar para el estudio los granos del centro y de forma y tamaño uniformes en cada mazorca.

Para cada gene en estudio se tomaron 50 mazorcas que corresponden a 25 familias de 2 plantas medias hermanas cada una con una mazorca para cada planta. (El término "familia" se limita en este estudio a dos plantas medias hermanas provenientes de una misma mazorca). Con esta selección se trató de disponer de la mayor diferencia genética posible entre familias y la mayor similitud dentro de familias con el propósito de destacar el efecto de estos genes en los diferentes materiales recurrentes.

La diferencia genética entre familias, así como la similitud dentro de ellas, es relativa, ya que entre todas las mazorcas escogidas existe algún grado de relación. Sin embargo, todas las plantas escogidas tienen al menos 75% del genotipo recurrente tropical.

Estos maíces proceden de un trabajo de incorporación de o-2 y fl-2 a líneas puras tropicales de manera que la fuente de estos mutantes está contribuyendo con alguna intensidad en todas las muestras en estudio. Las fuentes originales de o-2 y fl-2 fueron de materiales de la zona maicera de Estados Unidos. Además, entre las familias escogidas hay varias que son derivadas de materiales genéticos similares.

Este estudio se llevó a cabo en Cuautla, Mor., de noviembre de 1967 a abril de 1968.

Las familias estudiadas provienen principalmente de razas Tuxpeño, Cubanas y del Caribe y Eto, cuyas mazorcas corresponden a las siguientes generaciones del trabajo de incorporación a líneas puras.

#### *Grupo Opaco-2:*

- 44 Mazorcas autofecundadas después de RC-1.
- 4 Mazorcas autofecundadas de cruce sencillo entre material normal y material heterocigoto para o-2.
- 2 Mazorcas autofecundadas después de RC-2.

#### *Grupo Harinoso-2:*

- 21 Mazorcas de RC-2.
- 14 Mazorcas autofecundadas después de RC-1.
- 5 Mazorcas de RC-1.

- 7 Mazorcas de cruza fraternales después de RC-1.
- 1 Mazorca de cruza fraternal después de RC-2.
- 1 Mazorca autofecundada después de RC-2.
- 1 Mazorca autofecundada de cruce sencillo entre material normal y heterocigoto fl-2.

El peso de las muestras se obtuvo en báscula de precisión aproximándose los resultados a la centésima de gramo. El volumen se obtuvo por desplazamiento de la muestra en una probeta calibrada con una mezcla al 50% de alcohol y agua. Los resultados se estimaron hasta décimo de cm.<sup>3</sup> En ambos casos los datos se ofrecen en relación a 100 semillas. Para el cálculo de la densidad, se dividió el peso entre el volumen correspondiente de cada muestra. También se calcularon los porcentajes relativos de peso, volumen y densidad de los segregantes con relación a sus respectivos normales.

Para el cálculo de la humedad, se tomaron al azar 5 muestras de grano de mazorcas del grupo de o-2 y 5 del grupo de fl-2, utilizando el sistema recomendado por la International Seed Testing Association (1966) (4), consistente en moler y extraer en estufa toda la humedad de la muestra y estimarla por diferencia de pesos. Se utilizaron aproximadamente 10 gr de cada muestra haciendo dos réplicas en cada una y promediando los resultados. La humedad se obtuvo siguiendo la fórmula:

$$(M2 - M3) \frac{100}{(M2 - M1)}, \text{ donde}$$

*M1*: peso de recipiente,

*M2*: peso de recipiente y muestra con humedad,

*M3*: peso de recipiente y muestra seca.

Para el análisis estadístico de las observaciones obtenidas de peso, volumen y densidad, dentro de cada grupo segregante, se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = u + F_i + P_{ij} + G_k + (FG)_{ik} + (PG)_{ijk}$$

donde:

*u* = media general

*F<sub>i</sub>* = efecto de familias

*P<sub>ij</sub>* = efecto de plantas dentro de familias

*G<sub>k</sub>* = efecto de tipo de grano

*(FG)<sub>ik</sub>* = interacción: (familias × tipo de grano)

*(PG)<sub>ijk</sub>* = interacción: (plantas/familias × tipo de grano)

*i* = 1,2,3,4, . . . , 25 familias

*j* = 1,2 plantas

*k* = 1,2 tipos de grano.

El modelo anterior corresponde a un arreglo en parcelas divididas con parcelas mayores (familias) en un diseño completamente al azar, para el cual se consideraron los siguientes errores en el análisis de varianza.

$$P_{ij} = \varepsilon_{ij} = \text{Error (a)}$$

$$(PG)_{ijk} = \delta_{ijk} = \text{Error (b)}$$

Pudiéndose escribir el modelo en la siguiente forma general:

$$Y_{ijk} = u + F_i + \varepsilon_{ij} + G_k + (FG)_{ik} + \delta_{ijk}$$

Cada análisis de varianza incluyó 100 observaciones correspondientes a 25 familias, 2 plantas por familia y dos tipos de grano por planta.

Por último, para comparar el efecto de los genes o-2 contra fl-2 en las variables peso, volumen y densidad correspondientes, se utilizó como criterio de comparación el porciento de peso, volumen o densidad en granos con fenotipo amiláceo con respecto a granos normales de cada mazorca.\*

Se usó el siguiente modelo general de clasificación jerárquica para el análisis de varianza de estas comparaciones:

$$Y_{ijk} = u + S_i + F_{ij} + P_{ijk}$$

$u$  = media general

$S_i$  = efecto de gene segregante

$F_{ij}$  = efecto de familias dentro de segregantes

$P_{ijk}$  = efecto de plantas dentro de familias dentro de segregantes.

Después de sustituir los parámetros por los siguientes símbolos convencionales:

$$S_i = \tau_i$$

$$F_{ij} = \varepsilon_{ij}$$

$$P_{ijk} = \delta_{ijk}$$

$i = 1, 2$ , tipos de segregantes

$j = 1, 2, 3, 4, \dots, 25$  familias

$k = 1, 2$ , plantas.

el modelo queda expresado en la siguiente forma general:

$$Y_{ijk} = u + \tau_i + \varepsilon_{ij} + \delta_{ijk}$$

\* El criterio de porciento se puede usar en este caso sin transformación por depender de variables continuas que se supone dan origen a una distribución normal (Le Clerg, 1966) (2).

*Resultados y discusión*

Los fenotipos producidos por Opaco-2 y Harinoso-2 en el endospermo son muy similares, no pudiendo diferenciarse a simple vista entre los dos, aunque la diferencia con los granos normales es notable y fácilmente detectable. En los granos normales generalmente existe una columna interior de almidón blanco y suave que se amplía en la parte superior del grano dando lugar a la hendidura característica de los granos dentados llamada "cabeza blanca" (white cap), la cual está presente en mayor o menor grado en maíces cristalinos. En estos maíces normales, los hombros o lados del grano junto al germen están compuestos de un almidón córneo y translúcido. En granos segregantes Opaco-2 y Harinoso-2, el almidón se modifica casi totalmente a una condición amilácea o suave, con la particularidad de que no necesariamente causa la indentación del grano. La superficie dentada, o lisa en el caso de los maíces cristalinos, se conserva igual en los segregantes a pesar de la casi total escasez de almidón córneo, el cual se acumula en una fina capa inmediatamente debajo de la aleurona. En los maíces amarillos el color se diluye notablemente debido a que la intensidad del color en los granos amarillos parece depender del espesor de esta capa. En ambos casos los segregantes pueden identificarse o confirmarse pasando una luz uniforme a través del grano que permite ver la presencia o ausencia del endospermo córneo en los hombros del grano.

Conviene aclarar que, en el caso de segregantes Opaco-2, su genotipo es homocigoto recesivo (o-2/o-2) solamente, encontrándose los heterocigotes en la población de granos normales. En el caso de Harinoso-2, los segregantes incluyen los homocigotos recesivos y los heterocigotos debido a la herencia materna en la condición triploide del endospermo característica de este gene.

En el Cuadro 1, inserto a continuación, se resumen las medias para 100 semillas obtenidas en cada variable y para cada tipo de segregante, así como las medias de los porcentos de los segregantes con relación a sus respectivos normales. Estos valores comparados dentro de cada segregante y entre ellos permiten hacer observaciones y conclusiones interesantes.

En el apéndice se determinan, en los Cuadros A y B, las observaciones tomadas en cada muestra, o sea, tipo, textura, y color del grano; peso, volumen y densidad de 100 semillas y porcentaje relativo entre los segregantes y normales de cada mues-

CUADRO 1

*Promedios de peso, volumen y densidad de 100 semillas segregantes Opaco-2 y Harinoso-2 y sus respectivos normales de 50 mazorcas de cada mutante*

	PESO		VOLUMEN		DENSIDAD	
	gr	% Normal	cm. <sup>3</sup>	% Normal	P/V	% Normal
Normal	27.81		21.66		1.28	
o-2	24.16	86.87	21.43	98.94	1.13	88.28
Normal	24.44		18.72		1.30	
f1-2	22.23	90.96	19.39	103.58	1.14	87.69

tra. También en el Apéndice, en el Cuadro C, se detallan los valores obtenidos para la humedad de las 20 muestras analizadas.

Como la humedad presente en los granos de los diferentes segregantes podría significar otra variable a considerar, se comparó la humedad de granos Opaco-2 y Harinoso-2 con sus respectivos normales de 5 mazorcas tomadas al azar de cada grupo. La humedad de las muestras fluctuó de 12.00 a 13.17% en el caso de Opaco-2 y de 13.02 a 14.22% en el caso del grupo Harinoso-2, y no hubo diferencia significativa entre los contenidos de humedad de los segregantes y normales respectivos (Cuadro 2).

CUADRO 2

*Análisis de varianza de porciento de humedad de segregantes Opaco-2 y Harinoso-2 y sus respectivos normales*

FUENTE DE VARIACION	G. de L.	O-2 vs. NORMAL	f1-2 vs. NORMAL
		C. M.	C. M.
Entre tipos de grano	1	0.285	0.081
Error	8	0.161	0.244
T o t a l	9		

Estos datos sugieren que los genes Opaco-2 y Harinoso-2 no modifican el contenido de humedad del grano y por lo tanto no se incluye este efecto en los modelos estadísticos utilizados para analizar la información recopilada.

Comparando el valor en porciento de los granos segregantes con respecto a sus normales entre Opaco-2 y Harinoso-2, se encontró diferencia altamente significativa en favor de Harinoso-2 en las variables peso y volumen (Cuadro 3).

CUADRO 3

*Análisis de varianza para peso, volumen y densidad de segregantes Opaco-2 y Harinoso-2. (La variable analizada está expresada en porciento con relación a su respectivo normal)*

FUENTE DE VARIACION	G. L.	PESO	VOLUMEN	DENSIDAD
		C. M.	C. M.	C. M.
Entre segregantes o-2 vs. f1-2	1	371.564 **	581.967 **	3.549
Entre familias / de segregantes	48	49.792	43.327	17.144
Entre plantas / de familias / de segregantes	50	33.7	43.987	10.643
	99			

Resumiendo, las medidas obtenidas fueron de 86.87% y 90.69% para peso de Opaco-2 y Harinoso-2, y 98.94% y 103.58% para volumen de Opaco-2 y Harinoso-2, respectivamente (Cuadro 1). Estas diferencias sugieren que el gene Harinoso-2 puede ser menos perjudicial que el Opaco-2 por su efecto de reducir en menor grado el peso y además por aumentar el tamaño del grano con relación a su respectivo normal.

Esta conclusión presupone que sea el fenotipo y no el genotipo el criterio de clasificación determinante de las variables estudiadas.

En las figuras 2 y 3, los polígonos de frecuencias demuestran estos resultados donde se pueden apreciar los valores mayores obtenidos con Harinoso-2 en peso y volumen.

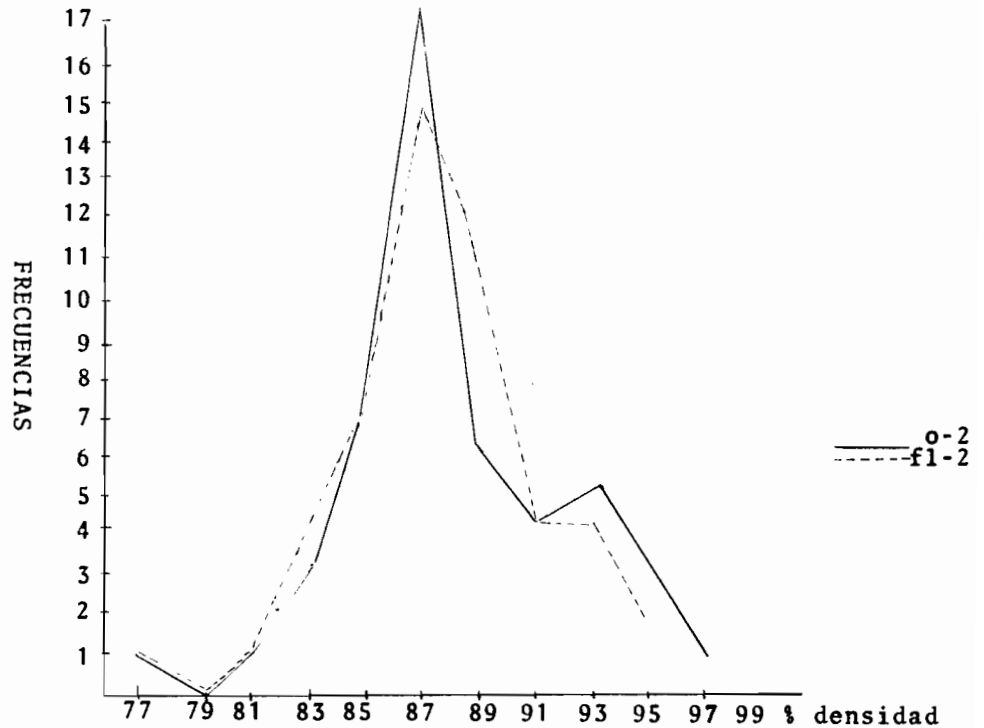


Fig. 1. Relación en porcentaje de la densidad de 100 semillas segregantes con respecto a sus normales de las mismas mazorcas. Frecuencias agrupadas cada dos unidades.

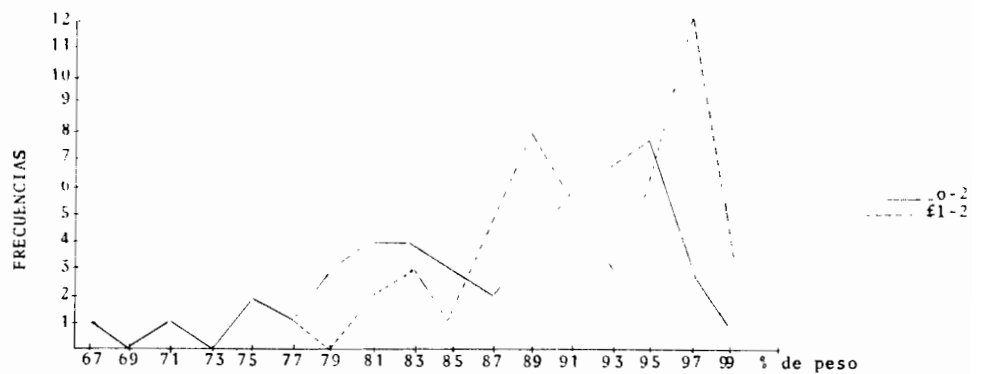


Fig. 2. Relación en porcentaje del peso de 100 semillas segregantes con respecto a sus normales de las mismas mazorcas. Frecuencias agrupadas cada dos unidades.

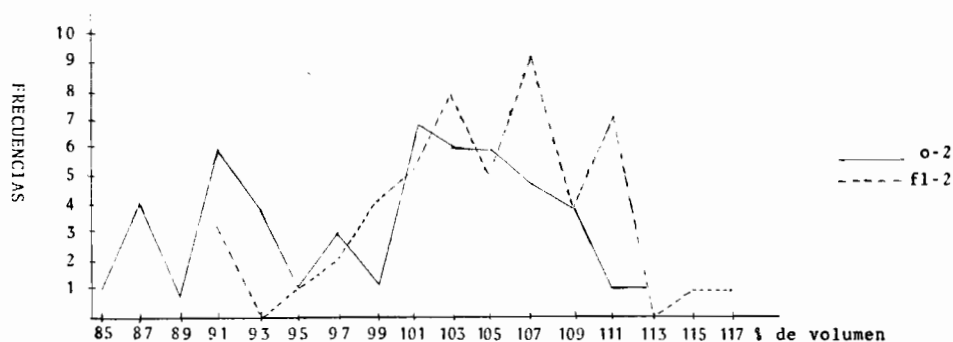


Fig. 3. Relación en porcentaje del volumen de 100 semillas segregantes con respecto a sus normales de las mismas 50 mazorcas. Frecuencias agrupadas cada dos unidades.

Sin embargo, los valores registrados de peso y volumen fueron notablemente mayores para los tipos Opaco-2 que para los Harinoso-2 (Cuadro 1). Esta diferencia puede explicarse por efectos ambientales ya que el grupo Opaco-2 fue sembrado con diferencia de tiempo del Harinoso-2, y también a la influencia de la fuente de f1-2 que fue más precoz e inadaptada que la de o-2, pudiendo aún en estas generaciones de retrocruzamiento tener un efecto negativo en el desarrollo de las plantas y mazorcas resultante en granos más pequeños. Dentro de cada grupo o-2 y f1-2, las mayores diferencias significativas se encontraron en la comparación del tipo de grano (normales vs. Opacos o normales vs. Harinosos, según el caso) en las variables de peso y densidad (Cuadros 4 y 5). El volumen en el caso de los Opaco-2 no se alteró significativamente (Cuadro 4), pero en los Harinoso-2 (Cuadro 5) los segregantes fueron mayores que los normales con diferencia altamente significativa. Sin embargo, debido a la menor pérdida de peso de los segregantes f1-2, la pérdida de densidad con relación a su normal fue similar a los o-2 (Figura 1). Estos resultados permiten suponer que la pérdida de peso es el efecto más perjudicial de estos genes.

#### CUADRO 4

*Análisis de varianza para peso, volumen y densidad de segregantes Opaco-2 y sus respectivos normales*

FUENTE DE VARIACION	G. L.	PESO	VOLUMEN	DENSIDAD
		C. M.	C. M.	C. M.
Entre familias	24	32.251	25.560	0.004
Entre plantas dentro de familias (Error a)	25	29.398	18.666	0.002
Entre tipos de grano	1	332.586 **	1.320	0.581 **
Interacción: tipo de grano × familias	24	3.935	1.567	0.002
Tipo de grano × planta/familias (Error b)	25	2.558	1.176	0.001



CUADRO 5

*Análisis de varianza para peso, volumen y densidad de 100 semillas segregantes Harinoso-2 y sus respectivos normales*

FUENTES DE VARIACION	G. de L.	PESO	VOLUMEN	DENSIDAD
		C.M.	C.M.	C.M.
Entre familias	24	46.480	29.983 <sup>+</sup>	0.002
Entre plantas dentro de familias. (Error a)	25	26.169	15.149	0.001
Entre tipos de grano	1	122.078 <sup>+</sup>	11.088 <sup>+</sup>	0.637 <sup>+</sup>
Interacción: tipo de grano × familias	24	1.161	0.372	0.001
Tipo de grano × planta/familias. (Error b)	25	1.196	0.670	0.001
	<u>99</u>			

Debido a que el maíz se comercializa generalmente en unidades de peso, y el rendimiento de campo es principalmente una función de número y peso de semillas cosechadas por unidad de área, a continuación se considera en más detalle la variable peso.

Dentro de este criterio, los datos fueron estimados en gramos por 100 semillas y en porciento de peso con respecto a los normales ya que ambos conceptos pueden tener diferentes implicaciones según los objetivos del programa de mejoramiento que se realice. Para programas de selección masal, el peso real del grano es de mayor importancia, ya que la efectividad de estos programas depende principalmente de efectos aditivos que influyen en forma cuantitativa en cada generación de selección. Para la variable peso, los análisis de varianza (Cuadros 4 y 5) no demostraron diferencia significativa entre familias, ni tampoco en la interacción entre tipo de grano por familia. Es posible que esta falta de diferencia significativa sea reflejo de los valores tan variados observados en las cruza o plantas individuales que intervinieron en la estimación de la  $F$  calculada.

Estos resultados sugieren que las diferencias altamente significativas observadas entre tipos de grano no están relacionadas con las familias estudiadas. Sin embargo, es importante notar que las variaciones observadas en cada mazorca (Fig. 2 y Cuadros A y B del Apéndice) permiten suponer que se pueden seleccionar los tipos más pesados. En el grupo de Opaco-2, estas variaciones fluctuaron entre 66.77 y 98.23% del peso de los respectivos normales. En el grupo Harinoso-2 la fluctuación fue de 77.89 a 98.45%.

Ante la posibilidad de que la textura del grano pudiera influir en el peso de los segregantes, se hizo una descomposición de los grados de libertad considerando las texturas dentro, cristalino e intermedio.

No se encontró diferencia significativa en esta descomposición para ninguno de los dos segregantes, razón por la cual se omite este análisis de varianza. Este resul-

tado permite suponer efectos similares, producidos por estos genes, en el peso de maíces de diferentes texturas.

#### *Conclusiones y Recomendaciones*

1. No existe diferencia apreciable en el fenotipo de granos segregantes Opaco-2 y Harinoso-2, aunque comparados con sus respectivos normales la diferencia es notable y fácilmente distinguible.

2. Ambos genes reducen significativamente el peso del grano. En promedio, Opaco-2 perdió 13.13 y Harinoso-2 perdió 9.04% del peso de los normales. El volumen para los segregantes Opaco-2 se mantuvo prácticamente igual a los respectivos normales (98.94%). Sin embargo, para los Harinoso-2 se observó un aumento que fue altamente significativo (103.58%).

3. Comparando el efecto de los dos genes entre sí, se encontró que Harinoso-2 reduce menos el peso que Opaco-2 y además aumenta el volumen con diferencias altamente significativas en los fenotipos segregantes.

4. Ambos segregantes demostraron suficiente variabilidad para permitir una selección positiva de los segregantes más pesados. Esta variación parece ser independiente de las familias estudiadas.

5. La variable peso se consideró la más importante como criterio de selección. El peso real de los granos se considera más importante que el porcentaje en relación a los normales para programas de mejoramiento que dependan principalmente de la acción aditiva de los genes.

6. El efecto producido por ambos genes en el peso del grano, no parece estar relacionado con la textura del mismo.

7. La selección de los tipos más pesados puede minimizar el efecto negativo en el peso de genotipos o-2 y fl-2 y usarse como selección suplementaria dentro de plantas que ya hayan sido seleccionadas por su capacidad de rendimiento.

#### *Bibliografía*

1. ALEXANDER, D. E. *Proceedings of the high lysine corn conference*. Corn Refiners Association, Inc. 143-147. Washington. 1966.
2. LECLERC, E. L. *Field plot technique*. 2nd ed. Burgess Publishing Co. 344-345. Minneapolis. 1962.
3. NELSON, O. E. *Proceedings of the high lysine corn conference*. Corn Refiners Association, Inc. 156-160. Washington. 1966.
4. *Proceedings of the international seed testing association* (31): 128-134. 1966.

CUADRO A  
DATOS DE GRANOS SEGREGANTES DE 50 MAZORCAS CON EL GENE OPACO-2

FAMILIA	PLANTA	CARACTERÍSTICAS DEL GRANO			PESO DE 100 SEMILLAS		VOLUMEN DE 100 SEMILLAS		DENSIDAD	
		Tipo <sup>1</sup>	Textura <sup>2</sup>	Color <sup>3</sup>	gr	% de Normal	cm. <sup>3</sup>	% de Normal	P/V <sup>4</sup>	% de Normal
1	322-3	N	D	A	32.45	82.97	24.80	90.32	1.30	92.30
1	322-3	o-2	D	A	26.92		22.40		1.20	
1	322-4	N	D	A	24.41	98.23	19.60	102.04	1.25	96.00
1	322-4	o-2	D	A	23.98		20.00		1.20	
2	358-J	N	D	B	26.47	84.88	20.80	100.96	1.27	84.25
2	358-J	o-2	D	B	22.47		21.00		1.07	
2	358-B	N	D	B	20.29	79.09	16.20	86.42	1.25	92.00
2	358-B	o-2	D	B	16.09		14.00		1.15	
3	385-1	N	D	B	27.04	94.01	20.20	99.01	1.34	94.78
3	385-1	o-2	D	B	25.42		20.00		1.27	
3	385-2	N	D	B	26.03	94.29	19.80	102.02	1.31	92.37
3	385-2	o-2	D	B	24.54		20.20		1.21	
4	389-1	N	D	B	18.82	92.37	15.20	103.16	1.24	88.71
4	389-1	o-2	D	B	17.38		15.70		1.10	
4	389-C	N	I	B	23.80	92.69	18.20	107.69	1.31	90.84
4	389-C	o-2	D	B	22.06		18.60		1.19	
5	467-2	N	D	B	22.15	91.66	18.00	104.44	1.23	87.80
5	467-2	o-2	D	B	20.30		18.80		1.08	
5	467-1	N	D	B	30.97	95.40	24.00	109.17	1.18	95.76
5	467-1	o-2	D	B	29.55		26.20		1.13	
6	475-1	N	I	B	27.28	85.25	20.60	97.09	1.32	87.88
6	475-1	o-2	I	B	23.26		20.00		1.16	
6	475-A	N	I	B	27.01	90.85	20.40	107.84	1.32	84.85
6	475-A	o-2	I	B	24.53		22.00		1.12	
7	668-1	N	D	B	28.80	86.53	22.60	100.00	1.27	86.61
7	668-1	o-2	D	B	24.92		22.60		1.10	

## CUADRO A (Continuación)

FAMILIA	PLANTA	CARACTERÍSTICAS DEL GRANO				PESO DE 100 SEMILLAS		VOLUMEN DE 100 SEMILLAS		DENSIDAD	
		Tipo <sup>1</sup>	Textura <sup>2</sup>	Color <sup>3</sup>	gr	% de Normal	cm. <sup>3</sup>	% de Normal	P/V <sup>4</sup>	% de Normal	
7	668-3	N	D	B	25.55	92.66	20.00	1.28	106.00	1.28	87.50
7	668-3	0-2	D	B	23.68		21.20	1.12		1.12	
8	757-2	N	I	A	26.49	89.11	20.00	1.32	96.00	1.32	93.18
8	757-2	0-2	I	A	23.61		19.20	1.23		1.23	
8	757-B	N	I	A	29.27	94.20	21.60	1.36	106.48	1.36	88.23
8	757-B	0-2	I	A	27.57		23.00	1.20		1.20	
9	778-1	N	I	A	23.56	95.15	19.00	1.24	108.42	1.24	87.90
9	778-1	0-2	I	A	22.42		20.60	1.09		1.09	
9	778-C	N	I	A	28.75	80.04	22.00	1.31	90.91	1.31	87.79
9	778-C	0-2	I	A	23.01		20.00	1.15		1.15	
10	804-1	N	I	A	33.82	80.47	26.00	1.30	93.85	1.30	85.38
10	804-1	0-2	I	A	27.21		24.40	1.11		1.11	
10	804-E	N	I	A	25.23	96.25	19.40	1.30	113.40	1.30	84.61
10	804-E	0-2	I	A	24.28		22.00	1.10		1.10	
11	812-I	N	D	A	23.98	95.31	19.00	1.26	109.47	1.26	87.30
11	812-I	0-2	D	A	22.86		20.80	1.10		1.10	
11	812-N	N	D	A	37.51	75.88	29.60	1.27	87.16	1.27	86.61
11	812-N	0-2	D	A	28.46		25.80	1.10		1.10	
12	833-2	N	D	B	37.66	74.05	29.80	1.26	90.60	1.26	81.75
12	833-2	0-2	D	B	27.89		27.00	1.03		1.03	
12	833-3	N	D	B	29.36	83.30	23.20	1.27	91.38	1.27	90.55
12	833-3	0-2	D	B	24.46		21.20	1.15		1.15	
13	375-A	N	D	A	32.35	95.43	25.60	1.26	103.12	1.26	92.86
13	375-A	0-2	D	A	30.90		26.40	1.17		1.17	
13	375-B	N	D	A	26.93	97.92	22.20	1.21	109.91	1.21	89.26
13	375-B	0-2	D	A	26.37		24.40	1.08		1.08	
14	471-A	N	I	B	26.26	78.80	20.00	1.31	90.00	1.31	87.79
14	471-A	0-2	I	B	20.70		18.00	1.15		1.15	

F. R. POEY

AGROCIENCIA

CUADRO A (Continuación)

FAMILIA	PLANTA	CARACTERÍSTICAS DEL GRANO			PESO DE 100 SEMILLAS		VOLUMEN DE 100 SEMILLAS		DENSIDAD	
		Tipo <sup>1</sup>	Textura <sup>2</sup>	Color <sup>3</sup>	gr	% de Normal	cm. <sup>3</sup>	% de Normal	P/V <sup>4</sup>	% de Normal
14	471-B	N	I	B	26.78	83.81	22.80	87.72	1.17	95.73
14	471-B	0-2	I	B	22.44		20.00		1.12	
15	529-1	N	I	A	31.06	66.77	22.80	86.64	1.36	77.21
15	529-1	0-2	I	A	20.73		19.80		1.05	
15	529-2	N	I	A	28.10	78.68	21.60	92.59	1.30	84.61
15	529-2	0-2	I	A	22.11		20.00		1.10	
16	755-2	N	I	A	21.94	93.54	16.80	110.70	1.31	83.97
16	755-2	0-2	I	A	20.52		18.60		1.10	
16	755-B	N	I	A	28.64	90.64	22.00	104.54	1.30	86.92
16	755-B	0-2	I	A	25.96		23.00		1.13	
17	766-1	N	D	A	27.17	90.08	21.20	102.83	1.28	87.50
17	766-1	0-2	D	A	24.48		21.80		1.12	
17	766-3	N	D	A	35.64	92.09	27.80	105.75	1.28	87.50
17	766-3	0-2	D	A	32.82		29.40		1.12	
18	808-E	N	D	A	25.48	88.02	19.00	100.00	1.34	88.06
18	808-E	0-2	D	A	22.43		19.00		1.18	
18	808-I	N	D	A	29.75	88.68	23.00	105.22	1.29	84.50
18	808-I	0-2	D	A	26.38		24.20		1.09	
19	531-1	N	I	A	33.59	70.32	25.80	85.27	1.30	82.31
19	531-1	0-2	I	A	23.62		22.00		1.07	
19	531-2	N	I	A	31.47	77.28	24.20	91.73	1.30	84.61
19	531-2	0-2	I	A	24.32		22.20		1.10	
20	545-D	N	I	B	38.88	81.51	29.60	92.57	1.31	88.55
20	545-D	0-2	I	B	31.69		27.40		1.16	
20	545-E	N	I	A	30.61	89.50	25.00	104.00	1.22	86.07
20	545-E	0-2	I	A	27.40		26.00		1.05	
21	575-D	N	D	B	20.53	90.61	15.80	101.27	1.30	89.23
21	575-D	0-2	D	B	18.60		16.00		1.16	

CUADRO A (Continuación)

FAMILIA	PLANTA	CARACTERÍSTICAS DEL GRANO				100 SEMILLAS PESO DE		100 SEMILLAS VOLUMEN DE		DENSIDAD	
		Tipo <sup>1</sup>	Textura <sup>2</sup>	Color <sup>3</sup>	gr	% de Normal	cm. <sup>3</sup>	% de Normal	P/V <sup>4</sup>	% de Normal	
21	575-I	N	D	B	28.31	96.36	22.00	1.29	96.36	1.29	86.82
21	575-I	0-2	D	B	23.81		21.20	1.12		1.12	
22	743-D	N	I	B	26.67	87.52	20.20	1.32	100.00	1.32	87.88
22	743-D	0-2	I	B	23.34		20.20	1.16		1.16	
22	743-H	N	I	B	20.51	83.86	15.80	1.30	101.27	1.30	82.31
22	743-H	0-2	I	B	17.20		16.00	1.07		1.07	
23	759-B	N	D	B	26.55	94.93	23.40	1.13	95.73	1.13	99.11
23	759-B	0-2	D	B	25.20		22.40	1.12		1.12	
23	759-E	N	D	B	32.14	85.20	25.60	1.25	100.78	1.25	84.80
23	759-E	0-2	D	B	27.38		25.80	1.06		1.06	
24	772-1	N	I	A	19.59	93.27	15.80	1.24	107.53	1.24	91.13
24	772-1	0-2	I	A	18.27		16.20	1.13		1.13	
24	772-C	N	I	A	28.35	91.20	21.80	1.30	104.59	1.30	86.92
24	772-C	0-2	I	A	25.85		22.80	1.13		1.13	
25	774-A	N	I	A	31.66	81.52	24.00	1.32	93.33	1.32	87.12
25	774-A	0-2	I	A	25.81		22.40	1.15		1.15	
25	774-C	N	I	A	24.93	92.32	19.00	1.31	102.10	1.31	90.84
25	774-C	0-2	I	A	23.02		19.40	1.19		1.19	

1. N: fenotipo normal; 0-2: fenotipo segregante.
2. D: dentado; C: cristalino; I: intermedio.
3. A: amarillo; B: blanco.
4. Peso entre volumen.

CUADRO B  
DATOS DE GRANOS SEGREGANTES DE 50 MAZORCAS CON EL GENE HARINOSO-2

FAMILIA	PLANTA	CARACTERÍSTICAS DEL GRANO				PESO DE 100 SEMILLAS		VOLUMEN DE 100 SEMILLAS		DENSIDAD	
		Tipo <sup>1</sup>	Textura <sup>2</sup>	Color <sup>3</sup>	gr	% de Normal	cm. <sup>3</sup>	% de Normal	P/V <sup>4</sup>	% de Normal	
1	111×1110)3	N	C	A	18.36	98.45	14.00	1.31	90.83		
1	111×110)3	f1-2	C	A	18.07	98.45	15.20	1.19	90.83		
1	111×110)2	N	C	A	16.81	96.74	13.00	1.29	89.92		
1	111×110)2	f1-2	C	A	16.27	96.74	14.00	1.16	89.92		
2	125-1	N	D	B	29.22	89.77	22.40	1.30	77.69		
2	125-1	f1-2	D	B	26.23	89.77	23.60	1.01	77.69		
2	125-#	N	D	B	25.53	92.07	20.00	1.28	89.84		
2	125-#	f1-2	D	B	23.51	92.07	20.40	1.15	89.84		
3	132×131)1	N	I	B	21.01	89.64	16.00	1.31	88.55		
3	132×131)1	f1-2	I	B	18.83	89.64	16.20	1.16	88.55		
3	132×131)2	N	I	B	15.01	95.98	12.00	1.25	87.20		
3	132×131)2	f1-2	I	B	14.41	95.98	13.20	1.09	87.20		
4	136-#	N	I	B	29.18	77.89	21.80	1.34	85.07		
4	136-#	f1-2	I	B	22.73	77.89	20.00	1.14	85.07		
4	136×131)1	N	I	B	19.47	94.80	15.00	1.30	87.69		
4	136×131)1	f1-2	I	B	18.46	94.80	16.20	1.14	87.69		
5	138-#	N	I	B	22.70	89.86	17.00	1.33	87.22		
5	138-#	f1-2	I	B	20.40	89.86	17.60	1.16	87.22		
5	138-1	N	I	B	23.84	90.60	18.20	1.31	93.89		
5	138-1	f1-2	I	B	21.60	90.60	17.60	1.23	93.89		
6	146-#	N	C	A	24.19	84.83	17.80	1.36	81.62		
6	146-#	f1-2	C	A	20.52	84.83	18.40	1.11	81.62		
6	146-1	N	C	A	29.70	83.45	22.00	1.35	84.44		
6	146-1	f1-2	C	A	24.78	83.45	21.80	1.14	84.44		
7	149×148)1	N	D	B	27.73	83.88	21.00	1.32	87.88		
7	149×148)1	f1-2	D	B	23.26	83.88	20.00	1.16	87.88		

CUADRO B (continuación)

FAMILIA	PLANTA	CARACTERÍSTICAS DEL GRANO				PESO DE 100 SEMILLAS		VOLUMEN DE 100 SEMILLAS		DENSIDAD	
		Tipo <sup>1</sup>	Textura <sup>2</sup>	Color <sup>3</sup>	gr	% de Normal	cm. <sup>3</sup>	% de Normal	P/V <sup>1</sup>	% de Normal	
7	149×148)3	N	D	B	29.68	88.67	22.40	102.68	1.32	86.36	
7	149×148)3	f1-2	D	B	26.32		23.00		1.14		
8	156×148)2	N	I	B	29.82	81.78	22.60	96.46	1.32	84.85	
8	156×148)2	f1-2	I	B	24.38		21.80		1.12		
8	156×148)3	N	I	B	28.46	96.03	21.80	110.09	1.31	87.02	
8	156×148)3	f1-2	I	B	27.33		24.00		1.14		
9	184-1	N	I	B	20.68	86.38	16.00	100.00	1.29	86.82	
9	184-1	f1-2	I	B	17.86		16.00		1.12		
9	184-2	N	I	B	25.66	94.38	19.60	110.20	1.31	85.80	
9	184-2	f1-2	I	B	24.22		21.60		1.12		
10	201×200)2	N	I	A	18.07	97.38	14.00	108.57	1.29	89.92	
10	201×200)2	f1-2	I	A	17.60		15.20		1.16		
10	201×200)1	N	I	A	22.45	96.93	17.00	111.76	1.32	86.36	
10	201×200)1	f1-2	I	A	21.76		19.00		1.14		
11	183-1	N	D	A	19.23	96.91	15.20	105.26	1.26	92.06	
11	183-1	f1-2	D	A	18.64		16.00		1.16		
11	183-#	N	D	A	22.36	94.03	17.20	106.98	1.30	87.69	
11	183-#	f1-2	D	A	21.03		18.40		1.14		
12	140-1	N	I	B	30.74	91.82	23.80	102.52	1.29	89.92	
12	140-1	f1-2	I	B	28.23		14.40		1.16		
12	140-2	N	I	B	33.16	86.74	25.60	97.27	1.29	89.15	
12	140-2	f1-2	I	B	28.76		24.90		1.15		
13	210×207)1	N	I	A	22.41	96.96	17.20	106.98	1.30	90.77	
13	210×207)1	f1-2	I	A	21.73		18.40		1.18		
13	210×207)2	N	I	A	17.31	97.08	13.80	102.90	1.25	94.40	
13	210×207)2	f1-2	I	A	16.80		14.20		1.18		

AGROCIENCIA



CUADRO B (continuación)

FAMILIA	PLANTA	CARACTERÍSTICAS DEL GRANO				PESO DE 100 SEMILLAS		VOLUMEN DE 100 SEMILLAS		DENSIDAD	
		Tipo <sup>1</sup>	Textura <sup>2</sup>	Color <sup>3</sup>	gr	cm. <sup>3</sup>	% de Normal		P/V <sup>4</sup>	% de Normal	
							gr	cm. <sup>3</sup>			
14	232-1	N	I	A	27.23	20.80	97.76	107.69	1.31	87.79	
14	232-1	f1-2	I	A	25.80	22.40			1.15		
14	232-#	N	I	A	25.66	20.00	88.50	100.00	1.28	88.28	
14	232-#	f1-2	I	A	22.71	20.00			1.13		
15	234-1	N	I	A	27.64	21.00	88.73	98.09	1.32	90.15	
15	234-1	f1-2	I	A	24.52	20.60			1.19		
15	234×233)1	N	I	A	13.47	10.20	98.05	117.65	1.32	83.33	
15	234×233)1	f1-2	I	A	13.21	12.00			1.10		
16	237-#	N	D	A	25.04	19.60	80.62	91.84	1.28	87.50	
16	237-#	f1-2	D	A	20.19	18.00			1.12		
16	237×236)2	N	D	A	16.97	14.00	98.00	110.00	1.21	89.26	
16	237×236)2	f1-2	D	A	16.32	15.40			1.08		
17	243-1	N	D	B	25.83	21.80	87.05	91.74	1.18	94.91	
17	243-1	f1-2	D	B	22.48	20.00			1.12		
17	243-2	N	D	B	29.50	22.80	96.90	105.26	1.29	92.25	
17	243-2	f1-2	D	B	28.58	24.00			1.19		
18	250×249)1	N	I	A	25.46	19.80	94.98	103.03	1.29	92.25	
18	250×249)1	f1-2	I	A	24.19	20.40			1.19		
18	250×249)2	N	I	A	26.30	20.00	91.82	101.00	1.31	90.83	
18	250×249)2	f1-2	I	A	24.15	20.20			1.19		
19	258-1	N	I	B	18.65	14.80	95.97	108.12	1.26	38.89	
19	258-1	f1-2	I	B	17.90	16.00			1.12		
19	258×257)1	N	I	A	27.79	20.40	89.84	106.86	1.36	83.82	
19	258×257)1	f1-2	I	A	24.96	21.80			1.14		
20	265×264)2	N	I	A	26.43	19.80	82.22	98.99	1.33	83.46	
20	265×264)2	f1-2	I	A	21.73	19.60			1.11		

CUADRO B (continuación)

FAMILIA	PLANTA	CARACTERÍSTICAS DEL GRANO				PESO DE 100 SEMILLAS			VOLUMEN DE 100 SEMILLAS			DENSIDAD	
		Tipo <sup>1</sup>	Textura <sup>2</sup>	Color <sup>3</sup>	gr	% de Normal	cm. <sup>3</sup>	% de Normal	P/V <sup>4</sup>	% de Normal	P/V <sup>4</sup>	% de Normal	
20	265×264)5	N	I	A	25.22	90.24	19.00	106.32	1.33	1.33	84.96		
20	265×264)5	f1-2	I	A	22.76		20.20		1.13	1.13			
21	115-1	N	C	A	27.99	86.97	21.20	98.11	1.32	1.17	38.64		
21	115-1	f1-2	C	A	24.34		20.80		1.17	1.17			
21	115-2	N	C	A	24.12	93.47	18.20	107.69	1.32	1.15	37.12		
21	115-2	f1-2	C	A	22.55		19.60		1.15	1.15			
22	122-1	N	D	B	25.82	93.31	20.20	106.93	1.28	1.11	86.72		
22	122-1	f1-2	D	B	24.09		21.60		1.11	1.11			
22	122-#	N	D	B	16.35	98.27	12.60	115.87	1.30	1.10	84.61		
22	122-#	f1-2	D	B	16.06		14.60		1.10	1.10			
23	254×253)1	N	I	A	28.34	95.65	21.20	111.32	1.34	1.15	85.82		
23	254×253)1	f1-2	I	A	27.11		23.60		1.15	1.15			
23	254×253)2	N	I	A	25.54	87.79	19.00	105.26	1.34	1.12	83.58		
23	254×253)2	f1-2	I	A	22.42		20.00		1.12	1.12			
24	256×253)1	N	I	A	31.96	91.69	24.20	103.31	1.32	1.17	88.64		
24	256×253)1	f1-2	I	A	29.30		25.00		1.17	1.17			
24	256×253)4	N	I	A	24.29	97.00	18.20	110.99	1.33	1.17	87.97		
24	256×253)4	f1-2	I	A	23.56		20.20		1.17	1.17			
25	262×261)2	N	D	A	28.72	89.73	22.20	100.90	1.29	1.15	89.15		
25	262×261)2	f1-2	D	A	25.77		22.40		1.15	1.15			
25	262×261)3	N	D	A	24.82	96.65	18.80	106.38	1.32	1.15	87.12		
25	262×261)3	f1-2	D	A	23.00		20.00		1.15	1.15			

1. N: fenotipo normal; f1-2: fenotipo segregante.
2. D: dentado; C: cristallino; I: intermedio.
3. A: amarillo; B: blanco.
4. P/V<sup>4</sup>: peso entre volumen.

## CUADRO C

*Contenido de humedad de los granos segregantes y normales de cinco marzorcas de Opaco-2 y cinco de Harinoso-2.*

PLANTA	% HUMEDAD	PLANTA	% HUMEDAD
531-1 o-2	12.85	262 × 261) 2 f1-2	13.41
N	13.02	N	13.58
772-c o-2	12.83	250 × 249) 1 f1-2	14.08
N	12.34	N	12.69
833-3 o-2	12.88	140-1 f1-2	13.02
N	12.10	N	13.11
389-c o-2	12.18	146-1 f1-2	13.79
N	12.00	N	14.22
323-3 o-2	13.17	138# f1-2	13.52
N	12.75	N	13.28