

EFFECTOS DE LOS GENES OPACO-2 Y HARINOSO-2 EN EL CONTENIDO DE PROTEINA Y TRIPTOFANO DEL ENDOSPERMO DE MAICES TROPICALES

Federico R. Poey¹

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

Sinopsis

Muestras de endospermo de granos de maíz normales y segregantes Opaco-2 y Harinoso-2, de 50 mazorcas de cada grupo fueron analizadas para determinar el porcentaje de proteína, porcentaje de triptofano y porcentaje de triptofano de la proteína. Se encontró que o-2 reduce la cantidad de proteína en el endospermo y fl-2 la aumenta, ambos en forma altamente significativa. En triptofano, o-2 ocasionó mayor aumento que fl-2, especialmente cuando se consideró como porcentaje de la proteína; sin embargo, cuando se consideró el porcentaje de triptofano de la muestra, la diferencia fue mucho menor debido al alto contenido de proteína del grupo Harinoso-2. La amplia distribución de las frecuencias observadas en porcentaje de triptofano en los dos grupos sugiere buenas posibilidades para seleccionar valores altos. Al comparar estas variables con el peso, volumen y densidad del grano no se encontró ninguna correlación.

Summary

Samples of endosperm of normal and segregating kernels of corn varieties Opaque-2 (o-2) and Flourey-2 (fl-2), 50 ears of each group, were analyzed to determine the percentage of protein, the percentage of triptophane and the percentage of triptophane contained in the protein. It was found that o-2 reduces the protein of the endosperm and fl-2 increases this protein significantly in both cases. o-2 increases the triptophane more than fl-2, specially when it was considered as percentage of protein. However, when it was considered triptophane as percentage of the whole sample the difference was smaller due to the high protein content of the group Flourey-2. The wide distribution of the observed frecuencies of the percentages of triptophane in both groups suggest good possibilities to select material with high triptophane values. When comparing these variables with the weight, volume, and density of the kernel no correlation was found.

Introducción

El conocimiento de los efectos de los genes Opaco-2 (o-2) y Harinoso-2 (fl-2) sobre los diferentes materiales genéticos de maíz en el contenido y calidad de la proteína, puede tener influencia en programas de mejoramiento. Asimismo, el conocimiento de la correlación de estos efectos con el peso, el volumen y la densidad de la semilla convendrá tenerlo en cuenta para una eficiente selección fenotípica de materiales de mayor valor proteínico.

Reconocimiento

A la Dra. Evangelina Villegas y ayudantes del Laboratorio de Calidad de Proteínas del CIMMYT por la ejecución e interpretación de los análisis de proteína y triptofano. Al Dr. John H. Lonquist y Dr. Lauro Bucio Alanís por revisar el manuscrito y sugerir oportunas aclaraciones, y a la Srta. M^a del Pilar Hernández S. por su cooperación en la escritura a máquina de este trabajo.

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

Nelson, Mertz y Bates (1965) (8), han reportado cambios en el balance de aminoácidos del endospermo de maíz ocasionado por los genes o-2 y fl-2, principalmente en el sentido de aumentar el contenido de lisina y triptófano. Sin embargo, es poca la información que se ha publicado sobre los efectos causados por estos genes en el contenido total de proteína. Nelson (1968) (7), en estudios recientes realizados con análisis de grano entero, señaló que fl-2 aumenta el total de proteína.

Otros estudios que se han hecho relacionando el contenido de proteína con el rendimiento de maíz, infieren que existe correlación inversa entre el contenido total de proteína y el peso o tamaño de la semilla (East y Jones, 1920; Frey, 1949) (1) y (2). Estos trabajos también se realizaron con análisis de proteína del grano entero.

Con el objeto de eliminar el efecto muy variable causado por la proporción entre germen y endospermo en los diferentes materiales, se analizaron solamente la proteína y triptofano del endospermo. Las muestras utilizadas de cada tipo normal y o-2, o fl-2, según el caso, provienen de mazorcas segregantes, con el fin de eliminar la interacción planta-medio ambiente de los efectos de estos genes en la proteína del endospermo.

Métodos y materiales

En la presente investigación se utilizaron los mismos materiales descritos en un trabajo preliminar a éste (Poey, 1969) (9). Para los análisis de proteína y triptofano se tomaron 10 semillas de cada muestra, se eliminó el germen, la aleurona y las grasas y se utilizó solamente el endospermo bien pulverizado y seco.

En el análisis del contenido del total de proteína, se utilizó el método de Ferrari (1960) (3), haciéndose ligeras modificaciones. El porcentaje de triptofano de la proteína se determinó mediante el "Método rápido para la determinación del contenido de triptofano en endospermo de maíz" de Hernández y Bates (1969) * (5). El contenido de triptofano total de la muestra se estimó en función de la proteína total del triptofano en la proteína.

Para el análisis estadístico de los valores obtenidos de por ciento de proteína, porcentaje de triptofano y porcentaje de triptofano en la proteína dentro de cada grupo segregante, se utilizó el mismo modelo considerado para el estudio de peso, volumen y densidad de granos en mazorcas segregantes del trabajo anterior (Poey, 1969) (9). Este modelo correspondió a un arreglo en parcelas divididas con parcelas mayores (familias) en un diseño completamente al azar. Cada análisis de varianza incluye 100 observaciones correspondientes a 25 familias, 2 plantas por familia, y dos tipos de grano por planta.

Resultados

Los datos reportados para porcentaje de proteína, porcentaje de triptofano y porcentaje de triptofano en la proteína se detallan en los cuadros A y B del apéndice. En cada grupo se describe el tipo de endospermo normal y segregante, o-2 o fl-2, según el caso.

En los análisis de varianzas, cuadros 1 y 2, a continuación, merecen destacarse las diferencias altamente significativas obtenidas entre los granos normales y segre-

* Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Proteínas del CIMMYT, en Chapingo, México.

gantes respectivos para las tres variables comparadas. Para la variable porcentaje de proteína en el grupo Opaco-2 hubo también diferencia altamente significativa entre familias. En todos los casos, las diferencias observadas en los dos criterios de triptofano fueron en el sentido de mayor contenido en los tipos segregantes. En porcentaje de proteína, en el grupo Opaco-2, los segregantes fueron inferiores a los normales y en el grupo Harinoso-2, los segregantes fueron superiores a los normales.

CUADRO 1

Análisis de varianza para % proteína, % triptófano y % triptófano en la proteína de granos normales y Opaco-2 de 50 mazorcas segregantes

FUENTE DE VARIACION	G.L.	% Proteína CM	% Triptófano CM	% Triptófano en la Proteína CM
Entre familias	24	6.00313*	0.01634	0.00016*
Entre plantas dentro de familias (error a)	25	2.69400	0.01074	0.00007
Entre tipos de grano	1	69.18900**	4.79610**	0.03531**
Interacción: tipo de grano × familias	24	0.65842**	0.01228	0.00011
Tipo de grano × planta/familias (error b)	25	0.11400	0.00127	0.00006
	99			

CUADRO 2

Análisis de varianza para % proteína, % triptófano y % triptófano en la proteína de granos normales y Harinoso-2 de 50 mazorcas segregantes

FUENTE DE VARIACION	G.L.	% Proteína CM	% Triptófano CM	% Triptófano en la Proteína CM
Entre familias	24	6.30838	0.01062	0.00033
Entre familias dentro de familias (error a)	25	6.66118	0.00468	0.00018
Entre tipos de grano	1	7.35500**	1.27464**	0.02713**
Interacción: tipo de grano × familias	24	0.30942	0.00501*	0.00012*
Tipo de grano × planta/familias (error b)	25	0.39044	0.00232	0.00005
	99			

Discusión

Estudios sobre la calidad de la proteína en el grano de maíz (Hamilton, 1948) (4) han concluido que está afectada principalmente por el endospermo, que contribuye con un 75-85% de la proteína total, siendo notablemente deficiente en aminoácidos esenciales, principalmente lisina y triptófano. La proteína del embrión es de buena calidad y contiene la mayor proporción de la lisina y triptófano presentes en el

grano de maíz normal. Por estas razones principalmente, los análisis de proteína y triptofano se realizaron solamente en el endospermo, que es, además, la porción del grano aparentemente más modificada por los genes o-2 y fl-2.

El análisis de triptofano se realizó como índice de la calidad de la proteína. Aparte de que éste es uno de los aminoácidos críticos del endospermo, su alta correlación con el contenido de lisina, por lo menos en maíces Opaco-2, permite utilizarlo como indicador indirecto de ésta ($r = .81$ con 57 g. de 1, CIMMYT, 1967-68.)

En el Cuadro 3, a continuación, se resumen los efectos promedio de los dos genes en la proteína y triptofano del endospermo.

CUADRO 3

Promedios de porcentos de proteínas, triptofano y triptofano en la proteína de granos normales y Opaco-2 y normales y Harinoso-2 en 50 mazorcas de cada grupo

		% Proteína	% Triptofano	% Triptofano en la proteína
Normal		11.59	0.043	0.38
Opaco-2		9.92	0.080	0.81
	Promedio	10.76		
Normal		13.04	0.044	0.34
Harinoso-2		13.58	0.077	0.57
	Promedio	13.31		

Todas estas diferencias fueron altamente significativas (cuadros 1 y 2), resaltando en el por ciento de proteína una disminución de 1.67% entre los valores de los granos normales y Opaco-2 de las mismas mazorcas. Esta diferencia fue consistente en las 50 mazorcas analizadas (cuadro A), llegando en un caso a ser 3.75% inferior. (Muestra 471-B.)

Por el contrario, en el grupo Harinoso-2 se observó un aumento altamente significativo de 0.54% en la proteína de los granos segregantes con respecto a los normales de las mismas mazorcas. En un caso este aumento fue de 2.12%. (Muestra (262 × 261)3, cuadro B). Tiene especial interés el hecho de que, en este grupo, se observan valores altos en contenido de proteína también en los granos normales. Comparando los valores de por ciento de proteína obtenidos en el grupo Opaco-2, el aumento observado en el grupo Harinoso-2 fue notable, más de 2.5% entre las dos medias.

A pesar de que las muestras estudiadas en cada grupo no tienen exactamente los mismos genotipos, éstas fueron extraídas al azar de poblaciones de origen similar. Por lo tanto, puede inferirse que el gene Opaco-2 reduce el contenido de proteína del endospermo y Harinoso-2 lo aumenta.

El aumento de la proteína observado en los granos normales del grupo Harinoso-2 merece investigación adicional. Por el momento, se puede especular con dos posibilidades: una, debida al metabolismo de la planta a consecuencia del gene fl-2, ya que todas las plantas fueron heterocigotas para ese locus. El aumento observado en

los granos Harinoso-2 con respecto a los respectivos normales puede explicarse por el mayor número de dosis del mutante presente en el endospermo triploide. (Nelson, información personal.)

La segunda posibilidad es la presencia de uno o varios genes que se encuentren muy ligados al locus fl-2 y que modifiquen el contenido de proteína. De hecho, en los valores de proteína de las mazorcas de este grupo hubo dos mazorcas cuyo contenido fluctuó entre 8.56 y 9.25% (muestras 183-2 y 258-1, cuadro B). Estos valores bajos se observan tanto en los granos normales, como en los segregantes, lo que puede ser evidencia de los factores ligados que fueron recombinados en esos casos.

Por último, vale la pena destacar en el grupo Harinoso-2 que hubo cuatro mazorcas que reportaron 17% de proteína o más, valores realmente altos, especialmente considerándose sólo el endospermo.

En la variable por ciento de triptofano se observó un aumento altamente significativo para los tipos segregantes en ambos grupos. Este aumento fue mayor en los segregantes o-2 que en los fl-2. (0.043% contra 0.0033%, cuadro 3.)

En la variable por ciento de triptofano en la proteína, el incremento observado en los segregantes o-2 fue notablemente superior al obtenido en los fl-2. En promedio, los segregantes o-2 aumentaron en un poco más del doble el valor de los granos normales (0.38 contra 0.81%, cuadro 3), y hubo casos individuales en los que el aumento fue de 3 y hasta de 4 veces. (Muestras 529-2, 833-3 y 743-A, cuadro A.)

En el grupo Harinoso-2, los segregantes promediaron un aumento de la mitad del valor de los normales, y hubo casos en que este incremento fue hasta de 1.5 veces (muestra 146# y 258 × 257) 1, cuadro B.)

En las gráficas 1 y 2 se pueden apreciar las frecuencias de los valores observados en por ciento de triptofano, tanto de los normales como de los segregantes dentro de cada grupo. En ambos casos se pueden apreciar el aumento obtenido y lo amplio de la distribución, que sugieren buenas posibilidades para seleccionar dentro de los segregantes.

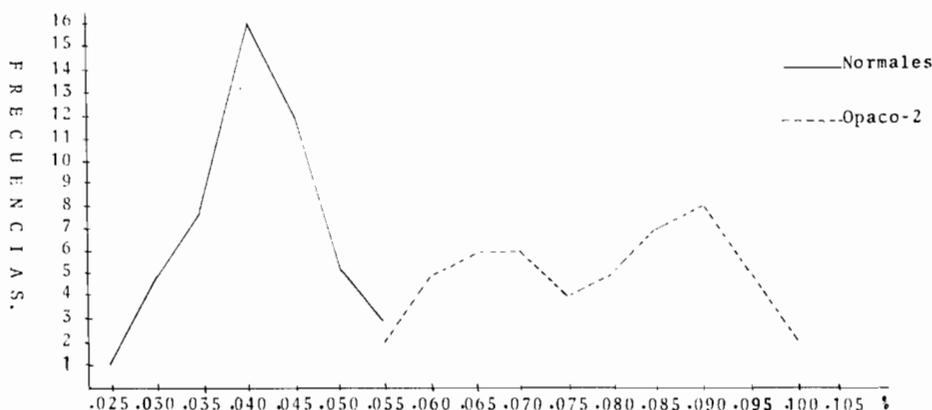


Fig. 1. Frecuencias de % de triptofano en muestras de granos normales y segregantes Opaco-2 de 50 mazorcas.

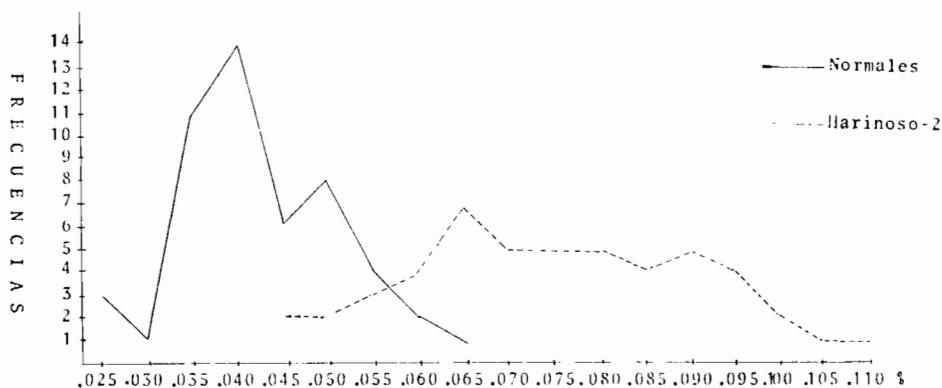


Fig. 2. Frecuencias de % de triptofano en muestras de granos normales y segregantes Harinoso-2 de 40 mazorcas.

Con el objeto de conocer posibles correlaciones entre las variables de proteína y triptofano con las propiedades físicas del grano, se graficaron los puntos de unión entre las coordenadas de los criterios de porcentaje de proteína y porcentaje de triptofano contra los valores de peso, volumen y densidad por separado (datos del trabajo anterior, Poey, 1969) (9). En todos los casos la dispersión fue completamente aleatoria, lo que indica que no existe correlación entre estas variables. De esto se infiere que la selección de grano por peso, volumen o densidad no conduciría a la obtención de materiales con mayor contenido de proteína o triptofano en el endospermo.

Conclusiones

1. Los genes Opaco-2 y Harinoso-2, además de modificar el balance de aminoácidos en relación a triptofano parece también determinar cambios en la cantidad de proteína del endospermo. En los análisis hechos sobre 50 mazorcas los granos Opaco-2 tuvieron en promedio 1.67% menos proteína en el endospermo que los respectivos normales; en tanto que, en las 50 mazorcas segregando para el carácter fl-2, éstos tuvieron un aumento de 0.54% más proteína en el endospermo que los respectivos normales.

Es de especial interés hacer notar que el contenido de proteína del endospermo fue notoriamente más alto en los materiales a los que se incorporó el carácter fl-2 que en los que se incorporó el o-2, y esto es igualmente cierto cuando se comparan los granos normales de cada grupo o los granos Harinoso-2 con los Opaco-2. En promedio, el contenido de proteína fue de 10.76% y 13.31% para los grupos o-2 y fl-2 respectivamente.

2. El aumento del porcentaje de triptofano fue superior para los segregantes o-2 (0.037% para o-2 y 0.033% para fl-2). Sin embargo, el aumento de triptofano en la proteína fue más drástico. (0.43% para o-2 y 0.23 para fl-2.)

3. La amplia distribución de frecuencias observadas en los porcentajes de triptofano para ambos segregantes, sugiere buenas posibilidades para seleccionar valores altos, aún dentro de segregantes.

4. No existe aparente correlación entre porciento proteína o triptofano con respecto al peso, volumen o densidad del grano, sugiriendo esto que se puede seleccionar para cualquiera de estos criterios sin afectar los otros.

BIBLIOGRAFIA

1. EAST, E. M. y D. F. JONES. *Genetic studies on the protein content of maize*. *Genetics* (5): 543-610. 1920.
2. FREY, K. J., B. BRIMHALL y C. F. SPRAGUE. *The effects of selection upon protein quantity in the corn kernel*. *Agronomy Journal* (41): 399-403. 1949.
3. FERRARI, A. *Nitrogen determination by a continuous digestion and analysis system*. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* (87): 792-800. 1960.
4. HAMILTON, T. S. *Nutritive value of corn proteins*. *Proceedings of the third hybrid seed corn-industry research conference*. American Seed Trade Ass. (3): 96-102. 1948.
5. HERNÁNDEZ, H. y L. S. BATES. *Método rápido para la determinación del contenido de triptofano en endospermo de maíz*. CIMMYT. En prensa. México. 1969.
6. MERTZ, E. T., L. S. BATES y O. E. NELSON. *Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm*. *Science* (145): 279-280. 1964.
7. NELSON, O. E. *Genetic control of protein quality in maize and sorghum*. 60th Annual Meeting American Society of Agronomy. Nov. 10-15, New Orleans. En prensa.
8. ———, E. T. MERTZ y L. S. BATES. *Second mutant gene affecting the aminoacid pattern of maize endosperm proteins*. *Science* (150): 1949. 1965.
9. POEY, F. R. *Comparación de los efectos de los genes Opaco-2 y Harinoso-2 en el peso, volumen y densidad del grano en maíces tropicales*. *Agrociencia* (4) (1): 47-66, 1969.

A P E N D I C E

CUADRO A

Porcentaje de proteína y triptofano en el endospermo y triptofano de la proteína de granos normales y Opaco-2 de 50 mazorcas segregantes

Familia	Planta	Tipo de Endospermo	% Proteína	% Triptofano	% Triptofano en la proteína
1	322-3	N	11.81	0.050	0.42
1	322-3	o-2	10.75	0.094	0.87
1	322-4	N	12.50	0.046	0.37
1	322-4	o-2	10.38	0.100	0.96
2	358-J	N	10.56	0.051	0.48
2	358-J	o-2	9.44	0.089	0.94
2	358-B	N	9.19	0.039	0.42
2	358-B	o-2	8.38	0.068	0.81
3	385-1	N	12.25	0.044	0.36
3	385-1	o-2	10.63	0.073	0.69
3	385-2	N	11.44	0.047	0.41
3	385-2	o-2	9.13	0.078	0.85
4	389-1	N	10.38	0.045	0.43
4	389-1	o-2	9.06	0.074	0.82
4	389-C	N	12.00	0.081	0.43
4	389-C	o-2	10.19	0.052	0.79
5	467-2	N	9.75	0.047	0.48
5	467-2	o-2	9.00	0.072	0.69
5	467-1	N	9.81	0.041	0.42
5	467-1	o-2	9.13	0.067	0.73
6	475-1	N	11.88	0.039	0.33
6	475-1	o-2	9.69	0.086	0.89
6	475-A	N	12.56	0.043	0.34
6	475-A	o-2	9.81	0.096	0.98
7	668-1	N	11.88	0.045	0.38
7	668-1	o-2	10.88	0.081	0.74
7	668-3	N	10.56	0.040	0.38
7	668-3	o-2	9.44	0.064	0.68
8	757-2	N	13.81	0.058	0.42
8	757-2	o-2	11.31	0.090	0.80
8	757-B	N	12.31	0.048	0.39
8	757-B	o-2	10.13	0.079	0.68
9	778-1	N	9.88	0.047	0.48
9	778-1	o-2	8.25	0.083	1.01
9	778-C	N	10.38	0.032	0.31
9	778-C	o-2	9.50	0.091	0.96
10	804-1	N	12.06	0.037	0.31
10	804-1	o-2	10.38	0.057	0.55
10	804-E	N	10.69	0.035	0.33
10	804-E	o-2	10.50	0.068	0.65

AGROCIENCIA

CUADRO A. (Continuación)

Familia	Planta	Tipo de Endospermo	% Proteína	% Triptofano	% Triptofano en la proteína
11	812-I	N	11.25	0.030	0.27
11	812-I	o-2	9.94	0.074	0.75
11	812-N	N	13.50	0.039	0.29
11	812-N	o-2	12.63	0.077	0.61
12	833-2	N	12.25	0.031	0.25
12	833-2	o-2	11.06	0.098	0.89
12	833-3	N	13.06	0.035	0.27
12	833-3	o-2	12.19	0.088	0.72
13	375-A	N	11.38	0.049	0.43
13	375-A	o-2	9.81	0.073	0.74
13	375-B	N	9.50	0.056	0.59
13	375-B	o-2	8.44	0.074	0.88
14	471-A	N	14.06	0.041	0.29
14	471-A	o-2	10.75	0.089	0.83
14	471-B	N	14.88	0.042	0.28
14	471-B	o-2	11.13	0.091	0.82
15	529-1	N	12.56	0.051	0.41
15	529-1	o-2	9.94	0.085	0.86
15	529-2	N	12.31	0.041	0.33
15	529-2	o-2	9.56	0.089	0.93
16	755-2	N	13.81	0.058	0.42
16	755-2	o-2	11.31	0.090	0.80
16	755-B	N	12.31	0.048	0.39
16	755-B	o-2	10.13	0.069	0.68
17	766-1	N	13.00	0.044	0.34
17	766-1	o-2	11.06	0.092	0.83
17	766-3	N	9.19	0.040	0.44
17	766-3	o-2	8.19	0.060	0.73
18	808-E	N	14.31	0.043	0.30
18	808-E	o-2	11.38	0.093	0.82
18	808-I	N	10.31	0.035	0.34
18	808-I	o-2	8.75	0.081	0.93
19	531-1	N	12.13	0.045	0.37
19	531-1	o-2	10.75	0.089	0.83
19	531-2	N	11.31	0.058	0.51
19	531-2	o-2	9.13	0.095	1.04
20	545-D	N	12.56	0.041	0.33
20	545-D	o-2	9.44	0.062	0.66
20	545-E	N	12.25	0.039	0.32
20	545-E	o-2	10.13	0.078	0.77
21	575-D	N	13.13	0.042	0.32
21	575-D	o-2	10.75	0.095	0.88
21	575-I	N	13.94	0.049	0.35
21	575-I	o-2	12.38	0.092	0.74

CUADRO A. (Continuación)

Familia	Planta	Tipo de Endospermo	% Proteína	% Triptofano	% Triptofano en la proteína
22	743-D	N	13.00	0.044	0.34
22	743-D	o-2	9.88	0.065	0.66
22	743-H	N	9.75	0.032	0.33
22	743-H	o-2	7.00	0.093	1.33
23	759-B	N	9.56	0.042	0.44
23	759-B	o-2	8.94	0.059	0.66
23	759-E	N	11.44	0.050	0.44
23	759-E	o-2	10.56	0.097	0.92
24	772-1	N	9.25	0.042	0.46
24	772-1	o-2	9.06	0.064	0.71
24	772-C	N	7.81	0.043	0.55
24	772-C	o-2	7.38	0.062	0.93
25	774-A	N	9.69	0.031	0.32
25	774-A	o-2	8.88	0.071	0.80
25	774-C	N	7.81	0.028	0.36
25	774-C	o-2	7.06	0.076	0.84

CUADRO B

Porcentaje en el endospermo de proteína, triptofano y triptofano de la proteína de granos normales y Harinoso-2 de 50 mazorcas segregantes

Familia	Planta	Tipo de Endospermo	% Proteína	% Triptofano	% Triptofano en la proteína
1	(111×110)3	N	14.63	0.069	0.47
1	(111×110)3	fl-2	14.56	0.086	0.59
1	(111×110)2	N	10.69	0.036	0.34
1	(111×110)2	fl-2	11.13	0.049	0.44
2	125-1	N	14.50	0.054	0.37
2	125-1	fl-2	14.81	0.090	0.61
2	125-#	N	12.75	0.036	0.28
2	125-#	fl-2	13.00	0.074	0.57
3	(132×131)1	N	13.44	0.043	0.32
3	(132×131)1	fl-2	13.81	0.079	0.57
3	(132×131)2	N	15.19	0.052	0.34
3	(132×131)2	fl-2	14.56	0.082	0.58
4	136-#	N	12.44	0.042	0.34
4	136-#	fl-2	15.06	0.087	0.58
4	(136×131)1	N	12.94	0.063	0.49
4	(136×131)1	fl-2	14.38	0.104	0.72
5	138-#	N	15.06	0.039	0.26
5	138-#	fl-2	15.56	0.070	0.45

AGROCIENCIA

CUADRO B. (Continuación)

Familia	Planta	Tipo de Endospermo	% Proteína	% Triptofano	% Triptofano en la proteína
5	138-1	N	12.94	0.044	0.34
5	138-1	fl-2	13.19	0.066	0.50
6	146-#	N	16.94	0.041	0.24
6	146-#	fl-2	14.19	0.092	0.65
6	146-1	N	11.81	0.048	0.41
6	146-1	fl-2	13.75	0.094	0.68
7	(149×148)1	N	13.44	0.044	0.33
7	(149×148)1	fl-2	13.38	0.096	0.72
7	(149×148)3	N	15.06	0.063	0.42
7	(149×148)3	fl-2	16.13	0.108	0.67
8	(156×148)2	N	17.00	0.051	0.30
8	(156×148)2	fl-2	17.06	0.114	0.67
8	(156×148)3	N	17.00	0.056	0.33
8	(156×148)3	fl-2	16.00	0.104	0.65
9	184-1	N	14.69	0.056	0.38
9	184-1	fl-2	15.06	0.098	0.65
9	184-2	N	11.50	0.041	0.36
9	184-2	fl-2	12.88	0.091	0.71
10	(201×200)2	N	11.75	0.040	0.34
10	(201×200)2	fl-2	12.19	0.069	0.57
10	(201×200)1	N	11.38	0.046	0.40
10	(201×200)1	fl-2	12.50	0.077	0.62
11	183-1	N	8.56	0.036	0.42
11	183-1	fl-2	8.75	0.058	0.66
11	183-#	N	12.56	0.049	0.39
11	183-#	fl-2	13.31	0.085	0.64
12	140-1	N	11.69	0.036	0.31
12	140-1	fl-2	11.75	0.061	0.52
12	140-2	N	12.69	0.036	0.28
12	140-2	fl-2	13.56	0.079	0.58
13	(210×207)1	N	13.25	0.046	0.35
13	(210×207)1	fl-2	14.19	0.070	0.49
13	(210×207)2	N	10.31	0.043	0.42
13	(210×207)2	fl-2	10.63	0.068	0.64
14	232-1	N	12.06	0.027	0.22
14	232-1	fl-2	12.00	0.053	0.44
14	232-#	N	14.06	0.044	0.31
14	232-#	fl-2	14.06	0.070	0.50
15	234-1	N	14.88	0.045	0.30
15	234-1	fl-2	15.94	0.084	0.53
15	(234×233)1	N	11.50	0.051	0.44
15	(234×233)1	fl-2	12.44	0.057	0.46
16	237-#	N	14.50	0.036	0.25
16	237-#	fl-2	16.06	0.067	0.42

CUADRO B. (Continuación)

Familia	Planta	Tipo de Endospermo	% Proteína	% Triptofano	% Triptofano en la proteína
16	(237×236)2	N	12.75	0.040	0.31
16	(237×236)2	fl-2	11.94	0.059	0.49
17	243-1	N	14.56	0.051	0.35
17	243-1	fl-2	15.00	0.063	0.42
17	243-2	N	11.25	0.039	0.35
17	243-2	fl-2	11.38	0.053	0.47
18	(250×249)1	N	11.63	0.035	0.30
18	(250×249)1	fl-2	13.13	0.070	0.53
18	(250×249)2	N	14.25	0.056	0.39
18	(250×249)2	fl-2	14.75	0.086	0.58
19	258-1	N	9.25	0.033	0.36
19	258-1	fl-2	9.25	0.045	0.49
19	(258×257)1	N	12.69	0.027	0.21
19	(258×257)1	fl-2	12.69	0.068	0.54
20	(265×264)2	N	12.25	0.047	0.38
20	(265×264)2	fl-2	13.13	0.084	0.64
20	(265×264)5	N	11.13	0.044	0.40
20	(265×264)5	fl-2	11.88	0.075	0.63
21	115-1	N	12.63	0.029	0.23
21	115-1	fl-2	13.44	0.067	0.50
21	115-2	N	13.44	0.050	0.37
21	115-2	fl-2	14.31	0.062	0.43
22	122-1	N	15.00	0.050	0.33
22	122-1	fl-2	16.19	0.099	0.61
22	122-#	N	10.75	0.037	0.34
22	122-#	fl-2	11.31	0.064	0.57
23	(254×253)1	N	12.56	0.055	0.44
23	(254×253)1	fl-2	13.75	0.081	0.59
23	(254×253)2	N	16.38	0.041	0.25
23	(254×253)2	fl-2	17.06	0.092	0.54
24	(256×253)1	N	12.56	0.043	0.34
24	(256×253)1	fl-2	12.94	0.082	0.63
24	(256×253)4	N	14.06	0.039	0.28
24	(256×253)4	fl-2	14.50	0.096	0.66
25	(262×261)2	N	12.25	0.054	0.44
25	(262×261)2	fl-2	13.06	0.077	0.59
25	(262×261)3	N	11.19	0.042	0.38
25	(262×261)3	fl-2	13.31	0.067	0.50