

COMPOSICION Y VALOR NUTRITIVO DEL MAIZ DULCE PAJIMACA, Y DEL PAJIMACA OPACO-2, CULTIVADOS EN VENEZUELA

José Félix Chávez¹ y Pedro Obregón G.²

Universidad Central de Venezuela
Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se informa la composición y el valor nutritivo de la variedad de maíz azucarado Pajimaca y de la misma variedad poseedora del gen Opaco-2. Los niveles de minerales y vitaminas encontrados en ambos son comparables, a excepción del de niacina, que es mayor en esta última variedad. El contenido de lisina y de triptofano en la variedad Pajimaca Opaco-2, es casi dos veces superior al que acusa el Pajimaca original. Como era de prever, los maíces incluidos en este estudio contienen menor cantidad de almidón y un mayor contenido de sacarosa y azúcares totales que las variedades corrientes que se usaron para propósitos de comparación. La evaluación biológica en ratas evidenció valores altos de PER, de aumento ponderal y del índice de utilización del alimento en la variedad Pajimaca Opaco-2, confirmando así su mejor calidad proteínica.

INTRODUCCION

El hecho de que la inclusión del gen Opaco-2 produce un maíz de calidad nutricional superior (1), ha puesto en marcha numerosas investigaciones orientadas a la aplicación práctica de esta ventaja. En Venezuela, desde que Obregón inició el cultivo del maíz Opaco-2 en 1965 (2), se han venido efectuando retrocruces en diversas variedades con la finalidad de disponer de una población seleccionada y, a la vez, de retener la textura cristalina del grano corriente. En una publicación previa (3), referimos las primeras experiencias a este respecto, efectuadas con maíces Opaco-2 venezolanos desarrollados en el país.

Manuscrito modificado recibido: 2-10-86.

- 1 Jefe de la División de Investigaciones del Instituto Nacional de Nutrición, y Jefe de la Cátedra de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Apartado 5892, Venezuela.
- 2 Profesor Asociado, Cátedra de Manejo Agronómico de Cereales y Leguminosas, Facultad de Agronomía, Maracay, Universidad Central de Venezuela.

En el presente trabajo se da a conocer la composición y el valor nutritivo de la variedad de maíz azucarado Pajimaca (gen-azucarado $su_1 su_1$), y de la misma variedad —portadora del gen Opaco-2 y conocida como Pajimaca Opaco-2— diferentes del maíz corriente.

MATERIAL Y METODOS

Tanto las muestras de los maíces Pajimaca de la variedad corriente como la que contenía el gen Opaco-2, fueron recibidas del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Cabe señalar que el desarrollo de la variedad Pajimaca Opaco, forma parte del programa de cruce de la fuente Opaco-2 con las variedades comerciales "Venezuela 1", "Tunapuy", "Sicarigua Mejorado", "Simeto", "Foremaíz - 1" y "Minita", que uno de nosotros (P.O.G.), ha realizado en la línea de producción y aprovechamiento de maíces Opaco en el país (2).

Debido a la pequeña cantidad de muestra disponible, la información que aquí se expone, tanto la obtenida en los ensayos biológicos como los resultados de los análisis de composición bromatológica, corresponden al grano entero. Los análisis bromatológicos y de vitaminas se llevaron a cabo de acuerdo a las técnicas de la AOAC (4), y los aminoácidos lisina y triptofano fueron determinados por métodos microbiológicos, según Barton-Wright (5).

Con el propósito de estudiar el valor nutritivo de estas variedades y establecer los índices correspondientes a su calidad proteínica, se realizaron ensayos biológicos en ratas descendientes de la cepa "Sprague Dawley" de la colonia animal del Instituto, de tres a cuatro semanas de edad, cuyo peso oscilaba entre 45 y 58 g. Cada ensayo constó de tres ratas macho y tres hembras, las que se alojaron en jaulas individuales galvanizadas, con fondo levadizo de tela metálica. El agua y el alimento se les suministró *ad libitum* y se registró el alimento ingerido dos veces por semana. La composición de las dietas por cada 100 g fue como sigue: grano entero molido, cantidad suficiente para aportar de 9 a 10 g de proteína; sales minerales USP XIV, 4 g; solución de vitaminas (3), 1 g; aceite de maíz, 5 g; aceite de hígado de bacalao, 1 g y almidón de maíz en cantidades suficientes para completar 100 gramos.

RESULTADOS Y DISCUSION

La composición porcentual y el contenido de vitaminas y minerales del grano entero, maduro y seco, de los maíces Pajimaca original y Opaco, se exponen en la Tabla 1. Según se aprecia, los valores de grasa, ceniza y fibra son un poco más altos en el Pajimaca Opaco que en el original; en cambio, el nivel de humedad y el de proteínas permanecieron aproximadamente iguales. Los valores de minerales y de vitaminas son muy parecidos, tanto en una como en otra variedad, con un ligero predominio del fósforo en el caso del Pajimaca Opaco. Sin embargo, se encontró que el contenido de niacina de esta última variedad, era un tanto mayor que en el original, y casi dos veces más alta que la informada anteriormente por nosotros en diversas generaciones de maíces Opaco 2, cultivados en Venezuela (3).

TABLA 1

COMPOSICION PORCENTUAL Y CONTENIDO DE VITAMINAS Y MINERALES DE LOS MAICES PAJIMACA
SOMETIDOS A ESTUDIO¹

Maíces	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Fibra	Carbohidratos	Calcio	Hierro	Fósforo	g/100 g		
										Tiamina	Riboflavina	Niacina
Pajimaca original	10.1	11.2	8.9	1.6	5.5	62.7 ²	46.8	3.7	352	0.59	0.29	4.4
Pajimaca Opaco-2	10.5	11.6	13.2	2.0	6.5	56.2 ²	38.1	3.6	382	0.48	0.37	5.2

1 Se refiere al grano entero, maduro y seco.

2 Por diferencia.

El contenido de lisina y de triptofano en el grano entero, del cual se informa en la Tabla 2, es aproximadamente 1.7 veces mayor en el Pajimaca Opaco y concuerda con diversos valores que para estos aminoácidos se citan en la literatura en maíces que contienen el gen Opaco-2 (3, 6).

TABLA 2
CONTENIDO DE LISINA Y TRIPTOFANO (GRANO ENTERO)
mg/gN

	Nitrógeno o/o	Lisina	Triptofano
Pajimaca original	1.79	175	37
Pajimaca Opaco-2	1.85	288	63

La Tabla 3 ilustra la distribución de las cenizas solubles e insolubles.

Así, en contraste con el maíz Pajimaca original, la variedad Pajimaca Opaco-2 acusa un mayor porcentaje de cenizas insolubles y, en consecuencia, menor cantidad de cenizas solubles.

TABLA 3
CENIZAS TOTALES, SOLUBLES E INSOLUBLES EN LOS MAICES PAJIMACA
(Grano entero)

	Totales	Cenizas insolubles g/100 g	Solubles
Pajimaca original	1.55	0.16 (10.3)	1.39 (89.7)
Pajimaca Opaco-2	2.06	0.37 (17.9)	1.69 (82.1)

Las cifras entre paréntesis representan el porcentaje con respecto al total.

El peso comparativo de 10 granos de maíz enteros, maduros y secos, seleccionados al azar, tanto de las variedades Pajimaca, como de otras muestras disponibles en el laboratorio, que contenían o no el gen Opaco-2, se da a conocer en la Tabla 4. Se aprecia el peso menor de los granos de las variedades Pajimaca con respecto al de los otros maíces, especialmente si se le compara con la muestra de maíz amarillo corriente y con la del maíz ecuatoriano. El peso de los 10 granos de esta última variedad, es cuatro veces y media mayor que el peso de los 10 granos de los Pajimaca. Era de prever el menor peso de los granos de los maíces Opaco con respecto al de la muestra de amarillo corriente, toda vez que el gen Opaco-2 da un endospermo amiláceo, el que a su vez es responsable de que sus granos sean más livianos que los de los maíces normales (2). A este respecto, Alexander (7) informa que los granos Opaco-2 de mazorcas segregantes

TABLA 4

PESO COMPARATIVO DE 10 GRANOS ENTEROS DE MAIZ PAJIMACA ORIGINAL, OPACO Y DE OTROS TIPOS SELECCIONADOS AL AZAR

Maiz	Peso g
Pajimaca Opaco-2	1.86
Pajimaca Opaco-2	1.76
Pajimaca original	2.12
Opaco-2, 1a generación	2.91
Opaco-2, 2a generación	2.63
Opaco-2, cristalino	2.43
Amarillo normal	3.46
Ecuatoriano	8.26

son ligeramente más livianos, aunque en ciertos linajes son de igual peso que sus hermanos normales.

El peso aún menor del grano entero de los maíces Pajimaca original y Opaco, en comparación con los otros tipos que contienen el gen Opaco-2, se debe a la característica propia de esta variedad de maíz dulce, cuyo grano en estado maduro y seco es tan duro como el del maíz corriente, pero presenta una superficie rugosa (8). Esta característica hace que el grano Pajimaca posea igual cantidad de pericarpio pero menos endospermo que el maíz normal (9). En el caso del Pajimaca Opaco y debido a su endospermo ya comentado anteriormente, el peso de los 10 granos es todavía inferior al de la variedad original. Puede ser que este hecho, aunado a un menor contenido de humedad, sea en parte el factor responsable del contenido más elevado de grasa, ceniza y fibra que acusa (Tabla 1), si se compara con los valores para estos nutrientes notificados en maíces normales y de alto contenido en lisina (10).

Los niveles de almidón, azúcares totales, reductores y sacarosa, se pueden apreciar en la Tabla 5. Como era de esperar en el caso de los maíces dulces, el contenido de almidón fue menor, y mayor el de sacarosa y azúcares totales, que el del maíz amarillo normal, que se incluye con fines comparativos. Cabe recordar que estos análisis se refieren al grano entero y maduro, con 100% de humedad, y no al grano tierno cuyo contenido de agua es, aproximadamente, de 72 a 74%. A medida que avanza la maduración del grano y disminuye el contenido de agua, el porcentaje de azúcares totales y reductores también se reduce (8).

Los resultados de la evaluación biológica realizada con la harina obtenida del grano entero, los ilustra la Tabla 6. El maíz Pajimaca Opaco-2 causó un mejor valor de eficiencia proteínica (PER), y un aumento en peso casi dos veces mayor que el del Pajimaca original. La eficiencia de la utilización proteínica (PER) para el Pajimaca (Opaco-2 y para el original fue de 89% y 56%, respectivamente, con referencia al valor correspondiente de la dieta control de caseína. No obstante, la digestibilidad aparente resultó ser un tanto menor que la obtenida en otros ensayos efec-

TABLA 5

CONTENIDO DE ALMIDON, AZUCARES TOTALES, REDUCTORES Y SACAROSA EN LOS MAICES PAJIMACA

Maíces	Almidón	Azúcares		
		Totales	Reductores	Sacarosa
g/100 g				
Pajimaca original	41.5	5.28	1.06	4.0
Pajimaca Opaco-2	34.5	7.88	1.57	6.0
Amarillo normal	67.3	1.97	0.28	1.6

TABLA 6

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS BIOLÓGICOS EN RATAS ALIMENTADAS CON MAICES PAJIMACA ORIGINAL Y OPACO-2

Maíces	Nitrógeno en dieta o/o	Aumento de peso g	Alimento consumido g	PER ¹	IUA ²	Digestibilidad aparente, o/o
Pajimaca original	1.55	42.4 ± 11.3	258.3 ± 39.1	1.67 ± 0.2	6.31 ± 0.9	79.4 ± 1.5
Pajimaca Opaco-2	1.62	81.4 ± 9.2	305.1 ± 21.5	2.64 ± 1.2	3.78 ± 0.3	72.1 ± 3.1
Caseína (control)	1.45	78.6 ± 14.7	283.5 ± 27.2	2.96 ± 0.6	3.60 ± 0.3	96.4 ± 4.2

1 PER = Índice de eficiencia proteínica.

2 IUA = Índice de utilización del alimento = $\frac{\text{Alimento consumido (g)}}{\text{Aumento de peso (g)}}$

tuados en este laboratorio, empleando también el grano entero (3, 11). Ello puede atribuirse al mayor contenido de fibra de las muestras de Pajimaca analizadas.

Asimismo, el índice de utilización del alimento, es decir, la cantidad de alimento necesaria para que el animal aumente 1 g de peso corporal, favoreció también a la dieta que contenía el maíz Pajimaca Opaco-2, en concordancia con los demás parámetros ya comentados.

Con base en los hallazgos aquí notificados, se puede concluir que la variedad de maíz azucarado Pajimaca que contiene el gen Opaco-2, desarrollada por nosotros, es de mejor valor nutricional que la variedad Pajimaca original. Estos hallazgos respaldan el valor de los esfuerzos investigativos orientados hacia la producción y el aprovechamiento de maíces Opaco en el país.

SUMMARY

COMPOSITION AND NUTRITIVE VALUE OF THE SWEET CORN PAJIMACA, AND OF THE PAJIMACA OPAQUE-2, GROWN IN VENEZUELA

The chemical composition and nutritive value of the sweet corn variety known as Pajimaca, and of the Pajimaca with the Opaque-2 gen, is herein presented. Evidence revealed that they contained similar levels of vitamins and minerals, with the exception of niacin, which was found to be higher in the latter. Lysine and tryptophan values for the Pajimaca Opaque-2 almost doubled those determined in the normal variety Pajimaca. As expected, compared with common corn, these varieties showed lower amounts of starch and higher amounts of sucrose and of total sugars.

Biological evaluation assays in rats demonstrated a higher PER, weight gain and food efficiency index values for the Pajimaca Opaque-2, thus confirming its better protein quality.

BIBLIOGRAFIA

1. Mertz, E. T., L. S. Bates & O. E. Nelson. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science*, 145:279-280, 1964.
2. Obregón, P. Estado actual de mejoramiento de maíces ricos en lisina en Venezuela. Presentado en: Seminario sobre Maíz Opaco-2, celebrado en Venezuela en octubre de 1969.
3. Chávez, J. F. Composición del maíz Opaco-2 venezolano. Análisis y calidad biológica de la arepa de Opaco-2 y de maíz corriente. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22: 147-160, 1972.
4. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975.
5. Barton-Wright, E. C. *Microbiological Assay of the Vitamin B Complex and Amino Acids*. London, Pitman Publishing Corp., 1952.
6. Mertz, E. T., O. A. Veron, L. S. Bates & O. E. Nelson. Growth of rats fed on Opaque2 maize. *Science*, 148: 1741-1742, 1965.
7. Alexander, D. E. Problems associated with breeding Opaque-2 corn and some proposed solutions. In: *Proceedings of the High-lysine Corn Conference*. Washington, D. C., 1966.
8. *The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*. S. A. Matz (Ed.). New York, N. Y., The AVI Publishing Co., Inc., 1959.
9. Obregón, P. Comunicación personal, 1972.
10. *High-Lysine Corn in Human Nutrition*. CPC International Inc., 1971.
11. Chávez, J. F., M. C. Mondragón, N. di Gerónimo & W. G. Jaffé. Método rápido para la determinación de la digestibilidad por el uso del óxido crómico en dietas de ratas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 21: 337-345, 1971.