

VALOR ALIMENTICIO DE UNA VARIEDAD MEXICANA DE MAÍZ OPACO-2 PARA EL CERDO EN CRECIMIENTO¹

M.V.Z. LEONEL MARTÍNEZ R.²

M.V.Z., M.S. ARMANDO S. SHIMADA²

Resumen

Se condujeron dos experimentos con el objeto de evaluar una variedad mexicana de maíz *opaco-2* (compuesto uno, tropical) como alimento para cerdos en crecimiento. En el primer estudio, con duración de 56 días, se alimentó un grupo de cerdos con una ración a base de maíz *opaco-2* y otro con una ración a base de maíz común. Los animales alimentados con maíz *opaco-2* crecieron más rápida y eficientemente que los que consumieron maíz común ($P < 0.01$). En el segundo experimento, los tratamientos fueron: ración de maíz *opaco-2* durante 112 días, maíz común durante 112 días, *opaco-2* durante 56 días, seguidos de maíz común por 56 días; maíz común durante 56 días, seguidos de *opaco-2* durante 56 días. Los cerdos alimentados durante 112 días con la ración a base del maíz *opaco-2* crecieron más rápida y eficientemente que aquellos recibiendo maíz común ($P < 0.01$). Los animales que en un principio fueron alimentados con el maíz alto en lisina, disminuyeron su ritmo de crecimiento al ser cambiados al maíz común. Los cerdos que en un principio fueron alimentados con maíz común, aumentaron su ritmo de crecimiento al ser cambiados al maíz *opaco-2*. Se observaron síntomas de deficiencia de lisina en cerdos alimentados durante 112 días con maíz común.

El maíz, grano comúnmente usado en la alimentación humana y animal, es deficiente tanto en la cantidad como en la calidad de su proteína, la cual está formada principalmente por una fracción soluble en alcohol (zeína) que es difícilmente aprovechable por los animales no-rumiantes y que a la vez es deficiente en algunos aminoácidos esenciales. Singleton y Jones (1930) informaron que el gene *opaco-2* transmite al grano un fenotipo blando harinoso, en lugar del observado más comúnmente de aspecto vidrioso y duro. Mertz, Bates y Nelson (1964) descubrieron que este gene mutante produce una marcada alteración en la composición de aminoácidos del maíz. La alteración bioquímica que sufren los maíces que contienen el gene *opaco-2* consiste en una reducción de la proporción zeína-glutelina, así como en un incremento del contenido de lisina en las fracciones solubles en alcohol y ácido (*Ibid*). Además, este

maíz conocido como maíz *opaco-2* frecuentemente contiene mayor cantidad de proteína que el maíz común.

Diferentes autores han informado que el maíz *opaco-2* es nutricionalmente superior al maíz común para la rata (Mertz *et al.*, 1965), el pollo (Cromwell *et al.*, 1967a), el cerdo (Cromwell, Pickett y Beeson, 1967; Cromwell *et al.*, 1969) y el hombre (Bressani, 1966). Los trabajos de Cromwell *et al.* (1967a) indican que el maíz *opaco-2* es superior al maíz común para el pollo en crecimiento cuando se suplementa con metionina; esto se ha atribuido únicamente al mayor contenido de lisina del maíz *opaco-2*. Para el cerdo, el efecto benéfico se debe a su elevado contenido tanto de lisina como de triptófano (Cromwell, Pickett y Beeson, 1967b). Los estudios de absorción y retención de nitrógeno en cerdos, sugieren que la proteína del maíz *opaco-2* es más digerible y de mayor valor biológico que la del maíz común (Cromwell *et al.*, 1969).

Recibido para su publicación el 2 de junio de 1971.

¹ Estos estudios son parte de un programa cooperativo entre el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

² Departamento de Bioquímica y Nutrición Animal del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, S.A.G., Km. 15½ de la carretera México-Toluca, México 10, D. F.

Material y métodos

Se condujeron dos experimentos con el objeto de comparar el valor alimenticio de una variedad mexicana de maíz *opaco-2* (compuesto uno, tropical) vs. un maíz común. El

contenido de proteína, lisina y triptofano de los maíces *opaco-2* y común, fueron 9.8, 0.46 y 0.12%, 9.5, 0.25 y 0.06% respectivamente.

La proteína fue determinada por el método de Kjeldhal (A.O.A.C., 1965); la lisina fue determinada por hidrólisis ácida del material, seguida de cromatografía de intercambio iónico, usando un analizador de aminoácidos Beckman 120-C; el triptofano fue determinado por el método descrito por Hernández y Bates (1969).

Los tratamientos experimentales consistieron en usar maíz *opaco-2* o común, como el principal ingrediente (90%) de las dietas (Cuadro 1). El contenido calculado de lisina y triptofano para las dietas con maíz *opaco-2* y común fueron 0.42, 0.108%; 0.23 y 0.055%, respectivamente.

Los cerdos fueron mantenidos en corrales con piso de cemento, donde se les proporcionó agua y alimento *ad libitum*. Fueron pesados al inicio de los experimentos y posteriormente cada 14 días, hasta la terminación de los estudios.

Experimento 1. Veinticuatro cerdos, 12 hembras y 12 machos, con un peso promedio de 12.9 kg fueron utilizados en un estudio con duración de 56 días. Se utilizó un arre-

glo factorial 2×2 , siendo los factores el tipo de maíz (*opaco-2*, común) y el sexo de los cerdos (hembras, machos castrados). El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones y dos cerdos por unidad experimental.

Experimento 2. Doce cerdas con un peso promedio inicial de 14 kg, fueron alojadas individualmente y utilizadas en un estudio con duración de 112 días. Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos repetidos tres veces. Los tratamientos experimentales fueron: Dieta a base de maíz *opaco-2* durante 112 días (o-o); maíz común durante 112 días (c-c); *opaco-2* durante 56 días, seguidos de maíz común por 56 días (o-c); maíz común 56 días, seguidos de *opaco-2* por 56 días (c-o).

Resultados y discusión

Experimento 1. Se observó una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) en ganancias de peso y conversiones alimenticias, siendo los cerdos alimentados con maíz *opaco-2* superiores a aquellos alimentados con maíz común (Cuadro 2). Estos resultados sugieren que la calidad de la proteína del

CUADRO 1

Composición de las dietas experimentales

Ingrediente	%
Maíz ¹	90.0
Melaza de caña	5.6
Harina de hueso	3.1
Sal	0.5
Mezcla de vitaminas ²	0.4
Mezcla de minerales traza ²	0.1
DL-metionina (90%) ³	0.3
	100.0

¹ Maíz *opaco-2* o común.

² Shimada, et al. (1971).

³ En los últimos 56 días del segundo experimento, 0.2%.

maíz *opaco-2* es superior a la del maíz común, como ha sido previamente reportado por Cromwell, Pickett y Beeson (1967b), Cromwell *et al.* (1969), Drews *et al.* (1969) y Sihombing, Cromwell y Hays (1969).

Los machos castrados lograron mayores ganancias y fueron más eficientes que las cer-

y descamación de la piel, constipación con excreción de materia fecal pequeña y seca; también mostraron una tendencia a ingerir su propia orina. Estos síntomas son similares a aquellos de deficiencia de lisina, descritos por Mertz, Shelton y Beeson (1949).

CUADRO 2

Crecimiento de cerdos alimentados con dietas a base de maíz *opaco-2* y maíz común. Experimento 1

	castrados	OPACO-2 hembras	M A I Z promedio	I Z castrados	COMUN hembras	promedio
Ganancia diaria, kg ¹	0.341	0.288	0.315 ²	0.131	0.113	0.122 ²
Consumo/ganancia ¹	3.390	3.700	3.550 ²	6.020	7.810	6.920 ²

¹ Los coeficientes de variación para la ganancia promedio diaria y el consumo/ganancia fueron 32.2 y 22.5% respectivamente.

² Diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre maíces.

das, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

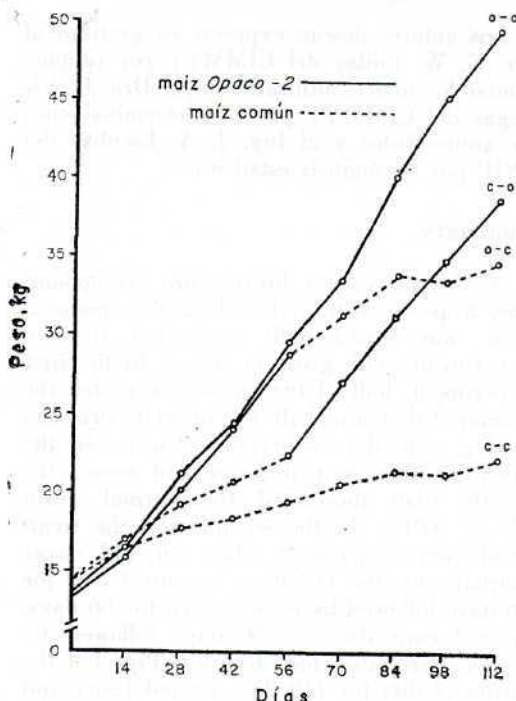
Experimento 2. Los resultados de este estudio se muestran en el Cuadro 3. Los animales alimentados con la dieta a base del maíz *opaco-2* durante 112 días, obtuvieron mayores ganancias de peso y resultaron más eficientes que aquellos alimentados con la dieta a base de maíz común, siendo la diferencia altamente significativa ($P < 0.01$). Las cerdas alimentadas con el maíz alto en lisina durante 56 días, disminuyeron su ritmo de crecimiento y fueron menos eficientes al ser cambiadas a la dieta a base de maíz común. Por otra parte, las cerdas alimentadas en un principio con el maíz común crecieron más rápida y eficientemente al ser cambiadas al maíz *opaco-2*. Estas curvas de crecimiento se muestran en la Gráfica 1.

Nuevamente, las respuestas en crecimiento y eficiencia alimenticia parecen deberse a las diferencias en el contenido de lisina y triptofano de los granos. Esto fue planteado anteriormente por Cromwell, Pickett y Beeson (1967b) y Sihombing, Cromwell y Hays (1969).

Al final del estudio, los cerdos alimentados con la dieta a base de maíz común durante 112 días, presentaban anorexia, reseque-

Gráfica-1

RESPUESTA DE CERDOS A DIETAS CON BASE DE MAICES *Opaco-2* Y Común. EXPERIMENTO 2



CUADRO 3

Respuesta de cerdos a dietas con base de maíces opaco-2 y común. Experimento 2

	o-o	Tratamiento		c-c
		o-c	c-o	
Ganancia diaria, kg ^{a, b}	0.320	0.196	0.226	0.066
Consumo/ganancia ^{a, b}	4.14	5.28	4.53	11.36

^a Diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre los tratamientos opaco-opaco (o-o) y común-común (c-c).
^b Los coeficientes de variación para la ganancia diaria y el consumo/ganancia fueron 21.2 y 26.8%, respectivamente.

Los datos obtenidos refuerzan a aquellos notificados previamente por diversos autores, en el sentido de que la proteína del maíz *opaco-2* es nutricionalmente superior a la del maíz común. Sin embargo, es necesaria la conducción de más investigaciones en los campos tanto agronómicos como pecuarios, a fin de poder hacer recomendaciones definitivas.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su gratitud al Dr. K. W. Finlay del CIMMYT por proporcionar los maíces utilizados; a la Dra. E. Villegas del CIMMYT por las determinaciones de aminoácidos y al Ing. J. A. Escobar del INIP por los análisis estadísticos.

Summary

A Mexican-variety hybrid corn (compound one, tropical) with and without the *opaque-2* gene was nutritionally evaluated in two experiments with growing swine. In the first experiment, half of the animals were fed the *opaque-2* diet and half the normal corn diet during a 56 days experiment, swine fed the *opaque-2* corn gained faster and more efficiently than those fed the normal grain ($P < 0.01$). In the second trial the treatments were: *opaque-2* ration for 112 days; normal corn for 112 days, *opaque-2* diet for 56 days followed by normal corn for 56 days, normal corn diet for 56 days followed by the *opaque-2* diet for 56 days. Pigs fed the *opaque-2* diet for 112 days gained faster and more efficiently than those the fed normal

corn diet ($P < 0.01$). Animals first fed the high-lysine corn gained more slowly and less efficiently when changed to normal corn. Pigs first fed the normal corn diet gained faster and more efficiently when changed to the *opaque-2* corn. Symptoms of lysine deficiency were observed in the normal corn fed animals.

Literatura citada

A. O. A. C., 1965, Official Methods of Analysis, Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D. C.
 BRESSANI, R., 1966, Protein quality of *opaque-2* maize in children, Proc. of the High-Lysine Corn Conference, Purdue University, Lafayette, Indiana, Corn Industries Research Foundation, a division of Corn Refiners Assn. Inc., Washington, D. C., 34-39.
 CROMWELL, G. L., J. C. ROGLER, W. R. FEATHERSTON and R. A. PICKETT, 1967a, Nutritional value of *opaque-2* corn for the chick, *Poul. Sci.*, 46:705.
 CROMWELL, G. L., R. A. PICKETT and W. M. BEESON, 1967b, Nutritional value of *opaque-2* corn for swine, *J. Anim. Sci.*, 26:1325.
 CROMWELL, G. L., R. A. PICKETT, T. R. CLINE and W. M. BEESON, 1969, Nitrogen balance and growth studies of pigs fed *opaque-2* and normal corn, *J. Anim. Sci.*, 28:478.
 DREWS, J. E., N. W. MCODY, V. W. HAYS, V. C. SPEER and R. C. EWAN, 1969, Nutritional value of *opaque-2* corn for young chicks and pigs, *J. Nutr.*, 97:537.
 HERNÁNDEZ, H. H. and L. S. BATES, 1969, A modified method for rapid tryptophan analysis of maize, International Maize and Wheat Improvement Center, *Res. Bull.* 13.
 MERTZ, E. T., D. C. SHELTON and W. M. BEESON, 1949, The amino acid requirements of swine, lysine, *J. Anim. Sci.*, 8:524.

- MERTZ, E. T., L. S. BATES and O. E. NELSON, 1964, Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm, *Science*, 145:279.
- MERTZ, E. T., O. A. VERON, L. S. BATES and O. E. NELSON, 1965, Growth of rats fed on opaque-2 maize, *Science*, 148:1741.
- SHIMADA, A. S., C. PERAZA C., F. CABELLO F. y L. MARTÍNEZ R., 1971, Digestibilidad aparente de los maíces opaco-2, harinoso-2 y común para el cerdo en crecimiento, *Téc. Pec. en Méx.*, 15-16:27.
- SIHOMBING, D. T. H., G. L. CROMWELL and V. W. HAYS, 1969, Nutritive value and digestibility of opaque-2 and normal corn for growing pigs, *J. Anim. Sci.*, 29:921.
- SINGLETON, W. R. and D. F. JONES, 1930, Heritable characters of maize xxxv maile sterile, *J. Heredity*, 21:266-268.