

DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LOS MAICES OPACO-2, HARINOSO-2 Y COMUN PARA EL CERDO EN CRECIMIENTO^{1, 2}

M.V.Z., M.S. ARMANDO S. SHIMADA³

M.V.Z. CARLOS PERAZA C.³

M.V.Z. FERNANDO CABELLO F.^{3, 4}

M.V.Z. LEONEL MARTÍNEZ R.^{3, 5}

Resumen

Se condujeron dos experimentos con el objeto de determinar la digestibilidad aparente de variedades mexicanas de maíces *opaco-2*, *harinoso-2* y común para el cerdo en crecimiento. En cada estudio se utilizaron 12 cerdos destetados, los cuales fueron alimentados individualmente con las dietas experimentales adicionadas con sesquióxido de cromo como indicador interno. El período de adaptación fue de ocho días, seguidos de cuatro días de recolección de muestras. Los resultados obtenidos indican una mayor digestibilidad de los componentes proximales del maíz común en comparación con los maíces altos en lisina; los coeficientes de digestibilidad de estos últimos no fueron estadísticamente diferentes en la mayoría de los casos.

Los genes mutantes *opaco-2* y *harinoso-2* causan una marcada alteración en el contenido de algunos aminoácidos esenciales, que son deficientes en el maíz común; dicha alteración incluye un aumento en lisina y triptofano en el gene *opaco-2* (Mertz *et al.*, 1964) y un incremento de lisina y metionina en el caso del *harinoso-2* (Nelson *et al.*, 1965).

Cromwell *et al.* (1969) en estudios de retención de nitrógeno en cerdos, observaron que la proteína del maíz *opaco-2* es más digerible y con mayor valor biológico al compararse con la proteína del maíz normal. Los mismos investigadores observaron que la digestibilidad aparente de la materia seca de una dieta conteniendo 97% de maíz *opaco-2*, fue significativamente inferior a la obtenida con una ración similar a base de maíz normal.

En tres estudios de digestibilidad, utilizando el método del sesquióxido de cromo, Si-

hombing *et al.* (1969), demostraron que la digestibilidad aparente de la proteína del maíz *opaco-2*, fue mayor en comparación con la de maíz común. La digestibilidad aparente del extracto etéreo fue inferior en el maíz *opaco-2*. En el caso de la materia seca, fibra cruda, cenizas y extracto no nitrogenado, la digestibilidad aparente no fue modificada por el tipo de maíz utilizado.

No hay informes en la literatura sobre estudios de digestibilidad que se hayan realizado con maíz *harinoso-2*.

Los experimentos que se describen a continuación tuvieron como finalidad el determinar la digestibilidad aparente de variedades mexicanas de maíces *opaco-2*, *harinoso-2* y común, para el cerdo en crecimiento.

Material y métodos

Ambos experimentos se llevaron a cabo en las instalaciones del Centro Experimental Pecuario "La Posta", Paso del Toro, Ver. Para cada trabajo se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Doce cerdos destetados con pesos promedios iniciales de 9.9 y 12.7 kilogramos, fueron utilizados para las pruebas 1 y 2, respectivamente. Los animales fueron asignados a los tratamientos de acuerdo a su raza y sexo.

Los ingredientes utilizados se analizaron para determinar su contenido en proteína cruda por el método de Kjeldhal (A.O.A.C.,

Recibido para su publicación el 30 de julio de 1970.

¹ Trabajo presentado en la 62ª Reunión de la American Society of Animal Science, el 5 de agosto de 1970, llevada a cabo en Pennsylvania State University, University Park, Penn., U.S.A.

² 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.

³ Técnico del 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.

⁴ Dirección actual: Alaminos N° 110, Veracruz, Ver.

⁵ Centro Experimental Pecuario "Ajuchitlán", Ajuchitlán, Qro.

1965). Los aminoácidos lisina, metionina y cistina se determinaron en un autoanalizador Beckman 120-c por el método de hidrólisis ácida (Villegas E., 1970) y el triptofano por el método descrito por Hernández y Bates (1969) (cuadro 1).

Las raciones experimentales fueron básicamente iguales, siendo la única variable el tipo de maíz utilizado (*opaco-2*, *harinoso-2* o común) (cuadro 2). El alimento fue adicionado con 0.3% de sesquióxido de cromo, y para evitar la dispersión del indicador se añadió 1% de manteca de cerdo (exp. 1) y 2% de melaza de caña (exp. 2). Los animales fueron alojados en locales individuales, donde fueron alimentados a libertad durante el experimento que fue de 12 días, de los cuales 8 fueron de adaptación a las dietas y 4 de recolección de materia fecal. Se tomaron muestras diarias individuales de aproximadamente 20 g y fueron congeladas para su análisis posterior.

En cada experimento, las 48 muestras de materia fecal fueron desecadas en un horno de aire forzado y molidas finamente en un mortero. A continuación, tomando cantidades alícuotas de las cuatro muestras de cada animal, se formó una sola muestra por cerdo. A

este material, así como a las raciones terminadas, se les realizó análisis proximal (A.O.A.C., 1965) (cuadro 3) y se les determinó sesquióxido de cromo por el método de Hill y Anderson (1958).

Los coeficientes de digestibilidad aparente fueron analizados estadísticamente por los métodos descritos por Snedecor y Cochran (1967).

Resultados y discusión

Los coeficientes de digestibilidad aparente de los componentes proximales de los maíces *opaco-2*, *harinoso-2* y común obtenidos en ambos experimentos, se muestran en el cuadro 4.

Materia seca. En ambos estudios, la digestibilidad de la materia seca del maíz común fue significativamente superior al de maíces altos en lisina; la diferencia entre estos últimos no fue estadísticamente significativa. La digestibilidad superior del maíz común, observada anteriormente por Cromwell *et al.* (1969), pudo haber sido resultado de la mayor digestibilidad del extracto no nitrogenado, principal componente de la materia seca.

CUADRO 1

Proteína y aminoácidos de los maíces Opaco-2, Harinoso-2 y común¹

	M A I Z		
	Opaco-2	Harinoso-2	Común
Proteína cruda	9.80	10.90	9.50
Lisina	0.47	0.34	0.25
Metionina + cistina	0.34	0.39	0.34
Triptofano	0.12	0.08	0.06

¹ Como porcentaje del ingrediente.

CUADRO 2

Composición básica de las raciones experimentales

Ingrediente	%
Maíz ¹	94.4
Harina de hueso	3.0
Premezcla vitamínica y mineral ²	0.5
Otros	2.1

¹ Opaco-2, harinoso-2 o común.

² Aportó por kilogramo de dieta: Vitamina A, 2 000 U.I.; vitamina D₃, 200 U.I.; colina, 1 g; ácido pantoténico, 15 mg; riboflavina, 3.8 mg; piridoxina, 1 mg; tiamina, 1 mg; niacina, 30 mg; vitamina B₁₂, 15 mcg; Mn., 40 mg; Fe., 80 mg; Zn., 80.3 mg; Cu., 10 mg; I., 0.5 mg.

CUADRO 3

Componentes proximales de las raciones a base de maíces
Opaco-2, Harinoso-2 y común¹

Maíz	EXPERIMENTOS					
	1			2		
	Opaco-2	Harinoso-2	Común	Opaco-2	Harinoso-2	Común
Materia seca	88.9	91.6	90.3	93.0	93.6	91.7
Proteína cruda	11.2	11.7	11.1	11.0	11.3	9.1
Extracto etéreo	4.8	5.4	4.6	3.5	3.7	3.9
Fibra cruda	3.1	2.7	2.7	3.0	3.1	2.9
Materia mineral	4.9	4.8	4.8	6.1	5.0	4.5
Extracto libre de nitrógeno	76.0	75.4	76.8	76.4	76.9	79.6

¹ Como porcentaje de las dietas.

CUADRO 4

Coeficientes porcentuales de digestibilidad aparente de los componentes proximales
de los maíces Opaco-2, Harinoso-2 y común

Maíz	EXPERIMENTOS							
	1				2			
	Opaco-2	Harinoso-2	Común	*	Opaco-2	Harinoso-2	Común	*
Materia seca	77.1 ^a	81.8 ^{ab}	83.4 ^b	3.21	83.4 ^x	82.7 ^x	92.1 ^y	2.52
Proteína cruda	69.6	76.8	73.9	5.85	81.7 ^{xy}	72.9 ^x	86.3 ^y	4.81
Extracto etéreo	63.5 ^{ab}	60.3 ^a	71.2 ^b	5.40	56.2 ^{ax}	37.6 ^{bx}	80.6 ^y	8.05
Fibra cruda	36.4	36.8	49.8	8.41	43.0 ^x	49.8 ^a	72.7 ^{by}	9.57
Materia mineral	43.4 ^a	36.4 ^{ab}	33.3 ^b	8.18	41.8 ^x	44.0 ^x	69.3 ^y	8.58
Extracto libre de nitrógeno	87.2	90.4	91.6	2.29	90.5 ^x	90.7 ^x	95.8 ^y	1.56

a,b. Coeficientes con diferente literal fueron significativamente diferentes (P < .05)

x,y. Coeficientes con diferente literal fueron significativamente diferentes (P < .01)

* Valor de la desviación estandar.

Proteína cruda. En el experimento 1, la proteína del maíz *harinoso-2* fue la que mostró el coeficiente de digestibilidad más alto, seguida del maíz común y por último del *opaco-2*; sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. En el experimento 2, la proteína del maíz común resultó más digerible (P < .01) que la de los maíces altos en lisina; el maíz *harinoso-2* obtuvo el coeficiente más bajo, aunque no fue estadísticamente diferente al obtenido con el maíz *opaco-2*.

La baja digestibilidad aparente obtenida con los maíces altos en lisina, pudo ser debida a que los granos son altos solamente en uno o dos aminoácidos, con lo cual se agudizó el desbalance en los aminoácidos de la ingesta.

Extracto etéreo. En ambos experimentos, la digestibilidad del extracto etéreo del maíz común fue estadísticamente superior a la de los maíces altos en lisina; igualmente en ambos trabajos, se observó una ligera superioridad en el coeficiente de digestibilidad del maíz *opaco-2* al compararse con el *harinoso-2*. La

mayor digestibilidad aparente del maíz común fue observada con anterioridad por Sihombing *et al.* (1969), y fue atribuida a diferencias en la composición de los ácidos grasos de los granos.

Fibra cruda. Ambos trabajos mostraron una mayor digestibilidad aparente de la fibra cruda del maíz común en comparación a los maíces altos en lisina, siendo la diferencia significativa en el segundo experimento ($P < .01$).

Extracto libre de nitrógeno. En ambos experimentos, la digestibilidad aparente del maíz común fue superior al de los maíces *opaco-2* y *harinoso-2*; esta diferencia fue significativa solamente en el segundo experimento ($P < .01$). La mayor digestibilidad del extracto no nitrogenado del maíz común puede ser producto de diferencias en composición de los azúcares, hecho que se refleja también en la textura pulverulenta de las harinas de los maíces altos de lisina.

En general la baja digestibilidad aparente de los maíces *opaco-2* y *harinoso-2* no puede ser atribuida al hecho de que se usaron animales destetados, ya que ese mismo factor hubiera afectado por igual a la digestibilidad del maíz común:

Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de complementar estos estudios, con experimentos en los cuales se obtengan otro tipo

de parámetros como relación de eficiencia proteica y determinación de energía digestible.

Agradecimiento

Se agradece al doctor Keith W. Finlay de CIMMYT, el haber proporcionado la materia prima utilizada en este estudio; al señor Gonzalo Villa, de Comsolmex, S. A., el haber proporcionado las vitaminas utilizadas, y a la doctora Evangelina Villegas, de CIMMYT, los análisis de aminoácidos.

Summary

Two experiments were conducted to study the digestibility of mexican-variety *opaque-2*, *floury-2* and common maize for growing swine. For each study, twelve weanling pigs were allotted individually and diets containing the different grains and chromium oxide as an internal indicator, were fed *ad libitum* for an eight-day adaptation period followed by a four-day collection period. The results obtained showed a higher digestibility of the proximal components of normal maize as compared to the high-lysine grains; the coefficient for the latter two were not significantly different in most of the cases.

Literatura citada

- A.O.A.C. 1965. *Official Methods of Analysis* (10th Ed.). Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
- CROMWELL, G. L., R. A. PICKETT, T. R. CLINE y W. M. BEESON. 1969. *Nitrogen Balance and Growth Studies of Pigs Fed Opaque-2 and Normal Corn*. J. Animal Sci. 28: 478.
- HERNÁNDEZ, H. H., y L. S. BATES. 1969. *A Modified Method for Rapid Tryptophan Analysis of Maize*. International Maize and Wheat Improvement Center. Res. Bul. 13.
- HILL, F. W., y D. L. ANDERSON. 1958. *Comparison of Metabolizable Energy and Productive Energy Determinations with Growing Chicks*. J. Nutr., 64: 587.
- MERTZ, E. T., L. S. BATES y O. E. NELSON. 1964. *Mutant Gene that Changes Protein Composition and Increases Lysine Content of Maize Endosperm*. Science, 145: 279.
- NELSON, O. W., E. T. MERTZ y L. S. BATES. 1965. *Second Mutant Gene Affecting the Amino Acid Pattern of Maize Endosperm Proteins*. Science, 150: 1469.
- SIHOMBING, D. T. H., G. L. CROMWELL y V. W. HAYS. 1969. *Nutritive Value and Digestibility of Opaque-2 and Normal Corn for Growing Pigs*. J. Animal Sci. 29: 921.
- SNEDECOR, G. W. y W. G. COCHRAN. 1967. *Statistical Methods*. 6th Ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A. p. 258.
- VILLEGAS, E. 1970. Comunicación personal.