

Efecto de la sustitución de maíz por semolina de arroz en dietas para ponedoras¹

R. I. Huezo y A. G. Gernat²

Resumen. En América Latina la producción avícola enfrenta problemas debido al alto costo y poca disponibilidad de materias primas para la elaboración de alimentos concentrados. El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar materias primas de alta disponibilidad en el trópico y que sean de bajo costo. Se sustituyeron el 0, 10, 20, 30, 40, y 50% de maíz por semolina de arroz en dietas de ponedoras. Se utilizaron 21 ponedoras de la línea Hy-Line[®] W-98 de 20 semanas de edad por cada tratamiento. Las ponedoras fueron mantenidas en jaulas de 30.5 cm x 45.7 cm resultando en una densidad de 464.8 cm²/ave. Cada tratamiento tuvo ocho repeticiones arregladas en un diseño de bloques completos al azar; se evaluó el porcentaje de postura, consumo y conversión alimenticia, calidad de la cáscara, peso del huevo, calidad interna del huevo y la mortalidad. El experimento tuvo una duración de 18 semanas, se realizó un análisis estadístico de las variables. No hubo diferencia significativa en la producción de huevos con la sustitución de 0, 10, 20, 30 y 40% de semolina de arroz en la dieta. La sustitución de 50% del maíz por semolina de arroz mostró una reducción de más de 6% (P < 0.05) respecto al testigo (0%). Esto pudo ser atribuido a factores antinutricionales de la semolina y a la textura del alimento. Las demás variables analizadas en el estudio no mostraron diferencias significativas al aumentar el nivel de semolina en la dieta. En conclusión, el maíz en la ración se puede sustituir por semolina de arroz hasta un 40% sin afectar negativamente la productividad y calidad del huevo.

Palabras claves: Energía, fitatos, metabolizable, nutrición, sílice.

Abstract. Poultry producers in Latin America face the problem of dealing with costly feed ingredients that are limited in supply. The objective of this study was to evaluate the use of rice bran in layer diets. Corn was replaced by 0, 10, 20, 30, 40, and 50% rice bran in layer diets. Twenty one Hyline[®] W-98 layers 20 wk old were used in each treatment. The layers were housed in cages 30.5 x 45.7 cm at a density of 464.8 cm²/bird. Each treatment consisted of eight repetitions arranged in a complete randomized block design. Egg production, feed consumption and conversion, shell quality, egg weight, internal egg quality, and mortality were evaluated for a period of 18 wk. No significant differences were found for 0, 10, 20, 30, and 40% substitute of corn for rice bran. Substitution of 50% corn for rice bran showed a significant (P < 0.05) reduction of 6% in egg production compared to the control diet. This reduction could have been a result of antinutritional factors in the rice bran. In conclusion, corn in layer diets can be replaced by rice bran up to 40% without negatively affecting performance and egg quality.

Key words: Energy, phytates, metabolizable, nutrition, silicates.

INTRODUCCION

Actualmente, en América Latina la avicultura enfrenta problemas en la obtención de materias primas para la elaboración de alimentos balanceados, que sean de bajo costo, disponibles, de buena calidad y que no compitan directamente con la alimentación humana. Por consiguiente, es necesario encontrar productos o subproductos generados por la agroindustria local que sean capaces de sustituir las fuentes de proteína y energía, y que cumplan con las condiciones antes mencionadas.

La semolina se compone básicamente de pericarpio, capa de aleurona, tegumento, partículas de endospermo, germen y niveles variables de cascarilla. Los productos y

subproductos de arroz difieren del trigo y otros cereales por su elevado contenido de grasa y en algunos casos bajo contenido de fibra; por esta razón la semolina de arroz debería considerarse como un recurso altamente energético en avicultura (Houston y Kohler, 1970).

La semolina de arroz, además de ser una fuente energética, es una buena fuente de fósforo orgánico para la ración, pero la mayoría de este fósforo no está disponible ya que se encuentra en forma de fitatos (ácido fítico) y reduce la biodisponibilidad de otros minerales. En un ensayo con pavos se determinó que de todo el contenido de fósforo en forma de fitatos de la semolina, únicamente el 9% está disponible (Belyea *et al.*, 1992).

¹ Proyecto especial del alumno R. I. Huezo para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

² A quien la correspondencia puede ser enviada: agernat@zamorano.edu.hn

El valor de la energía metabolizable de los subproductos del arroz es considerado más alto que los subproductos del trigo, por lo que pueden ser usados como uno de los mayores constituyentes energéticos en las raciones de aves (Kratzer *et al.*, 1974).

Una de las desventajas del uso de semolina de arroz en piensos es su corta vida de almacenamiento, debido a su alto contenido de aceite (15 a 20%). Durante la molienda del arroz, estos aceites son rápidamente hidrolizados a ácidos grasos libres por medio de lipasas, esto da origen a lo que se conoce como rancidez lo cual puede traer problemas digestivos al ave (Kratzer *et al.*, 1974).

Según Ravindran y Blair (1991) la semolina de arroz es una buena fuente de vitamina B y de minerales trazas, los mismos autores sugieren los procesos de parvolización y autoclave para reducir el problema de la rancidez oxidativa así como la inclusión de antioxidantes sintéticos a la semolina. Además, la presencia de fitatos es de particular interés cuando se utilizan altas cantidades de semolina en la dieta intervienen con la disponibilidad de cationes divalentes como Ca, Mg, Zn, y Fe. También la presencia de sílice en la semolina, el cual causa serios problemas digestivos en el ave, el contenido de sílice depende del grado de contaminación que tiene la semolina con cascarilla el cual varía de región de acuerdo al proceso de molienda.

Sometiendo la semolina a procesos de extrusión causan la degradación de los fitatos resultando en una mayor disponibilidad del fósforo. Estudios realizados con pavos muestran que la estabilización de la semolina mediante extrusión no tiene influencia sobre la bioviabilidad del fósforo (Belyea *et al.*, 1992).

Algunos estudios muestran que la inclusión de niveles que no excedan el 20% en pollas no ha mostrado efectos adversos en el crecimiento; las ponedoras pueden tolerar niveles que superan el 40% (Ravindran y Blair, 1991).

Incrementos en la cantidad de semolina de arroz en las dietas arriba o igual al 60% causan una significativa y consistente depresión en el crecimiento y desempeño de las ponedoras, lo cual se debe a la presencia de factores tóxicos en la semolina, los cuales son eliminados únicamente con la esterilización de la misma. Asimismo se reportaron malformaciones en el páncreas afectando el proceso digestivo de las ponedoras expuestas a niveles altos en semolina, lo cual es debido a la presencia de inhibidores de tripsina y otros factores antinutricionales (Kratzer *et al.*, 1974). El objetivo del estudio fue evaluar la semolina de arroz como fuente energética, su comportamiento productivo y características de calidad del huevo.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 1260 gallinas ponedoras de la línea Hy-Line® variedad W-98, de 20 semanas de edad. Las ponedoras fueron alojadas en grupos de tres aves por jaula. Se utilizaron jaulas con dimensiones de 30.5 cm x 45.7 cm., resultando una densidad de 464.8 cm²/ave. Las jaulas estaban dispuestas en dos secciones de cuatro hileras, cada una arreglada en forma escalonada con dos hileras a cada lado, cada hilera dividida en grupos de siete jaulas donde se distribuyeron al azar los tratamientos, dejando los extremos para eliminar el efecto de borde.

Se utilizaron seis tratamientos con ocho repeticiones cada uno, cada repetición estaba situada en una hilera diferente. Estos tratamientos fueron formulados a base de maíz y harina de soya con diferentes niveles de sustitución de maíz por semolina de arroz que varían desde 0 hasta 50% con incrementos de 10% de sustitución por semolina como ingrediente fijo en la ración. La composición de la semolina de arroz se muestra en el Cuadro 1, la composición de las dietas y sus análisis proximal y en base a formulación se presentan en el Cuadro 2. Se evaluaron las siguientes variables; producción de huevos, consumo y conversión alimenticia, mortalidad, peso promedio del huevo, gravedad específica, y unidades haugh.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con los seis tratamientos incluidos en cada bloque. Se usaron 42 jaulas experimentales por bloque, lo que hace un total de 336 jaulas, las cuales se agruparon en siete jaulas para cada tratamiento. Las ponedoras de los extremos de cada bloque se utilizaron como reemplazos de las aves muertas del mismo tratamiento, esto con el fin de mantener una densidad constante. El experimento tuvo una duración de 18 semanas.

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa SAS "Statistical Analysis System" (1996); usando el modelo lineal general (GLM), se realizó una separación de medias de los tratamientos con la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS). Una $P < 0.05$ fue requerida para reconocer el grado de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSION

La productividad de las ponedoras fue afectada por la inclusión de semolina de arroz en la dieta (Cuadro 3). Al evaluar la sustitución de niveles de 10, 30, y 40% de maíz por semolina contra el 0% de semolina de arroz no se encontraron diferencias significativas, a pesar de eso se observó una tendencia en la disminución del porcentaje

de postura al ir aumentando la semolina. Se observó que con niveles de 20% el porcentaje de postura se reduce significativamente, esto es debido a un error en la elaboración del concentrado, lo que afectó negativamente la producción de huevos. Se observó una reducción significativa ($P < 0.05$) del porcentaje de postura al utilizar 50% de sustitución de maíz por semolina en la ración comparada con el de 0%.

Cuadro 1. Composición química de la semolina de arroz.

Componente	%
Proteína cruda ¹	12.69
Grasa ¹	14.03
Fibra ¹	7.87
Cenizas ¹	7.76
Humedad ¹	14.12
ME kcal/kg ²	3261
Aminoácidos³	
Acido aspártico	1.08
Treonina	0.46
Serina	0.49
Acido glutámico	1.62
Prolina	0.52
Glicina	0.62
Alanina	0.75
Cisteína	0.29
Valina	0.59
Metionina	0.25
Isoleucina	0.37
Leucina	0.85
Tirosina	0.36
Fenilalanina	0.52
Histidina	0.35
Lisina	0.56
Arginina	0.95
Triptófano	0.11
Minerales	
Ca	0.09
Mg	0.83
P	1.49
Zn (mg/kg)	41.62

¹ Laboratorio bromatológico, Escuela Agrícola Panamericana, P.O. Box #93, Tegucigalpa, Honduras.

² Universidad de Georgia, Granja de Experimentación, Athens, Georgia 30602-4356.

³ Experiment Station Chemical Laboratories, Universidad de Missouri - Columbia, Columbia, Missouri 65211.

Cuadro 2. Composición de las dietas experimentales.

Componente	Sustitución de maíz por semolina de arroz (%)					
	0	10	20	30	40	50
Maíz	56.4	50.8	45.1	39.5	33.9	28.2
Semolina de arroz	0.0	5.6	11.3	16.9	22.6	28.2
Harina de soya (48% PC)	28.4	27.9	27.6	27.6	27.5	27.1
Fosfato dicálcico	1.50	1.54	1.51	1.47	1.43	1.40
Carbonato de Ca	8.51	8.77	8.91	8.91	8.91	8.91
Sal (NaCl)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Premezcla						
vitamínica-mineral ¹	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Tylan 40 ^{®2}	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Aceite vegetal	4.19	4.42	4.60	4.71	4.83	5.20
Carophyll ^{®3}	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
DL-methionina	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.19
Análisis calculado						
Proteína cruda	17.00	17.00	17.09	17.26	17.44	17.50
EM kcal/kg	2950	2950	2950	2950	2950	2950
Calcio	3.55	3.65	3.70	3.70	3.70	3.70
P disponible	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Metionina	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
Lisina	1.03	1.03	1.04	1.06	1.08	1.08

¹ La premezcla provee las siguientes cantidades por kg en la dieta: vitamina A 5,500 UI(all-trans-retinal); colicalciferol, 1,100 UI; vitamina E, 11 UI (dl-alfa-tocoferol); vitamina K₃, 1.5 mg; rivo flavina, 9.0 mg; niacina, 26 mg; D-acido pantotenato de calcio, 12 mg; acido fólico, 1.5 mg; vitamina B₁₂, 0.01 mg; cloruro de colina, 220 mg; manganeso, 55 mg; hierro, 30 mg; zinc, 50 mg; cobre, 5 mg; yodo, 1.5 mg; selenio, 0.1 mg; antioxidante, 125 mg, y vehículo C.S.P. 1,000 mg.

² Tylan 40[®], antibiótico de amplio espectro, 40g de tilosina/kg.

³ Carophyll[®] pigmento para la yema del huevo.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Din *et al.* (1978) quienes demostraron que dietas de ponedoras con 17, 27, y 40% de semolina en la dieta (30, 40 y 60% de sustitución) mantenían la producción, el consumo de alimento, la conversión alimenticia (kg/dz), peso de huevo y porcentaje de mortalidad. Sin ninguna diferencia con el testigo, en el caso del porcentaje de postura los resultados obtenidos en este estudio fueron 71.7, 69.9 y 69.5%, respectivamente para los tratamientos, y 69.1% para el testigo; este autor menciona el aumento en el valor nutritivo de las dietas cuando la semolina es sometida a procesos de peletización y autoclave.

Cuadro 3. Efecto de la sustitución de maíz por semolina de arroz sobre la producción, consumo y conversión alimenticia.

Sustitución (%)	Producción de huevos (%)	Consumo de alimento (g/ave/día)	Conversión alimenticia	
			(gh/ga) ¹	(kg/dz) ²
0	92.0 a	102.3	0.563	1.34
10	91.9 a	100.4	0.584	1.31
20	83.5 b	99.1	0.592	1.41
30	88.7 ac	94.9	0.626	1.29
40	89.0 ac	96.9	0.602	1.31
50	86.3 bc	95.8	0.614	1.33

¹ gh / ga = gramos de huevo por gramos de alimento.

² kg./dz = Kilogramos de alimento por docena de huevos

^{abc} Medias de la misma columna seguidas por la misma letra no son diferentes significativamente (P < 0.05).

Piliang *et al.* (1981) publicaron que inclusiones de 19.5 y 39% (25 y 50% de sustitución de maíz por semolina) en la dieta de ponedoras no mostraron diferencias significativas en porcentaje de postura (74.5 y 73% respectivamente) comparados con el testigo (79.4%) basándose en maíz, además, reporta un aumento significativo en la producción de huevos y en la calidad de la cáscara al suplir con zinc y calcio en dietas con altos niveles de semolina de arroz, este hecho expone la presencia de factores que afectan la biodisponibilidad de estos minerales, uno de estos factores puede ser el alto contenido de ácido fítico (fitatos) el cual forma quelatos con minerales y reduce su disponibilidad; reporta también un incremento desde 0.55% de fósforo (dieta testigo) hasta 1.09% (50% semolina) en la ración debido al incremento de fósforo en forma de fitatos. El consumo y la conversión alimenticia no demostraron diferencias significativas con ninguno de los tratamientos. Din *et al.*, (1978); Piliang *et al.*, (1981) obtuvieron resultados similares al sustituir maíz por semolina de arroz.

Estudios realizados por Maust *et al.* (1972) hacen referencia al contenido de fibra de la semolina de arroz específicamente al del sílice, el cual al aumentar en una unidad porcentual causa una disminución en tres unidades porcentuales en la digestibilidad de la semolina de arroz. Este alto contenido de fibra pudo ser una de las razones por las que la producción de huevos disminuye significativamente al utilizar 50% de sustitución de maíz por semolina. Un elevado contenido de fibra bruta en la dieta provoca un incremento en la escamación de las células del epitelio intestinal (Berger, 1975), originan

también mayor secreción de mucina en el intestino, por lo que las pérdidas endógenas de aminoácidos aumentan (De Blass, 1991).

Las variables peso de huevo, gravedad específica, unidades haugh y mortalidad de los tratamientos (Cuadro 4) no demostraron diferencias significativas en comparación con el testigo. Din *et al.*, (1978); Piliang *et al.*, (1981) obtuvieron resultados similares al sustituir maíz por semolina de arroz.

Cuadro 4. Efecto de la sustitución de maíz por semolina de arroz sobre el peso del huevo, gravedad específica, unidades Haugh y mortalidad.

Sustitución (%)	Peso huevo (g)	Gravedad específica	Unidades Haugh	Mortalidad (%)
0	57.1	1.0840	95.9	1.19
10	57.9	1.0846	95.7	2.38
20	58.0	1.0853	97.3	4.76
30	58.4	1.0845	97.0	3.27
40	58.0	1.0841	95.6	1.78
50	58.2	1.0842	96.9	2.08

LITERATURA CITADA

- Belyea, J. L., D. R. Ledoux, y A. Garcia, 1992. Bioavailability of phosphorus in stabilized and raw rice bran. *Journal of Applied Poultry Research* 1:315-320.
- Berger, O.H., y M. Zimmer, 1975. *Arch. Tierenahr* 25, 96.
- De Blass, C, y G. Mateos, 1991. *Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras*. Madrid España. 263p.
- Din, M.G., M. L. Sunde, y H. R. Bird, 1979. Effect of feeding plant by-products diets on growth and egg production. *Poultry Science* 58: 1274-1283.
- Houston, D. F., y G. O. Kohler, 1970. Nutritional properties of rice. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- Kratzer, F. H., L. Earl, y C. Chiaravanont, 1974. Factors influencing the feeding value of rice bran for chickens. *Poultry Science* 53: 1795-1800.
- Maust, L. E., M. L. Scott, y W. G. Pond, 1972. The metabolizable energy of rice bran, cassava flour, and blackeye cowpeas for growing chickens. *Poultry Science* 51: 1397-1401.
- Piliang, W. G., H. R. Bird, y M. L. Sunde, 1982. Rice bran as the major energy source for laying hens. *Poultry Science* 61: 357-363.
- Ravidran, V., y R. Blair, 1991. Feed resources for poultry production in Asia and the Pacific region. *World's Poultry Science Journal* 47:213-231.
- SAS Institute, 1996. *SAS User's Guide Statistics*. Version 6.12 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.