

EVALUACION DE LA HARINA DE PEJIBAYE PROCESADA BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE PRESION Y TEMPERATURA EN DIETAS PARA POLLOS PARRILLEROS 1/*

Mario G. Murillo **
Mario E. Zumbado **
Javier Solís ***
Alexander Loynaz ****

ABSTRACT

Evaluation of pejibaye meal processed under different pressure and temperature conditions for broiler diets. The nutritional value of pejibaye meal obtained from fruit processed under different pressure and temperature conditions was evaluated in two trials. In the first, the effect of three levels of substitution of cornmeal by pejibaye meal (34, 67 and 100%) extruded at three temperature levels (93, 125 and 168°C) was studied upon feed consumption, body gain and feed conversion during four 8-day periods. In the second experiment, the pejibaye fruit were cooked for 15 minutes under 2 kg/cm² of pressure, followed by cooking and drying for 2 hours and 50 minutes at approximately 100°C. For 46 days, 900 birds consumed rations in which the levels of substitution with pejibaye meal were 50 and 100%. In both trials less feed was consumed during the first weeks in the life of the birds, as the level of substitution was increased. However, in the evaluation of the overall results, these differences were not significant. The processing of pejibayes at temperatures over 100°C seems to be the most adequate; temperatures close to this value are recommended, but not exceeding 125°C. The purpose is to obtain complete destruction of the antinutritional factor, which is more severe during the early weeks in the life of the birds and to protect the quality of the product. The cooking of pejibayes in the second trial produced a product of good quality, which can substitute up to 100% of the cornmeal without any difficulties, in the case of birds on start and development diets.

INTRODUCCION

Estudios sobre la composición nutricional del pejibaye (Murillo *et al.*, 1983; Zumbado y Murillo 1984; 1988) sugieren el posible uso de esta materia prima como fuente energética en dietas para aves, ya que presenta excelentes valores nutricionales por su contenido de ácidos grasos esenciales y un valor promedio en términos de energía metabolizable de 3500 kcal/kg. También se ha demostrado en estos trabajos la necesidad de

- 1/ Recibido para publicación el 4 de diciembre de 1990.
* Proyecto financiado por CONICIT y Corporación PIPASA. Costa Rica.
** Centro Investigaciones Nutrición Animal (CINA), Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
*** Corporación PIPASA, Apartado 22-4005 Belén, Costa Rica.
**** Parte del trabajo de tesis de grado. Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

proporcionar al fruto de pejibaye un adecuado tratamiento calórico en presencia de humedad, ya sea mediante cocción o extrusión a temperaturas superiores a 100°C. El consumo de harinas no tratadas conduce a cambios fisiológicos en los animales, como son alteraciones en la actividad pancreática, reducción en el consumo de alimento, pobre conversión alimenticia y bajas ganancias de peso. Una alta mortalidad observada principalmente en aves jóvenes, acompaña estas manifestaciones. Este problema ha sido atribuido a la posible presencia de algún factor antinutricional, sugiriéndose la posible inhibición de enzimas proteolíticas a nivel digestivo (Murillo *et al.*, 1983). Con un tratamiento adecuado tendiente a inactivar la acción de este inhibidor es posible el empleo de harina de pejibaye como sustituto del maíz en dietas para aves. Lo anterior pone en evidencia la termolabilidad del factor antinutricional así como la buena calidad nutricional del producto.

En la mayoría de los trabajos precedentes, el tratamiento calórico a la fruta se proporcionó en una autoclave o mediante el empleo del extrusor como técnica para el procesamiento; sistema éste, de amplio uso y gran importancia comercial.

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar el valor biológico de la harina de pejibaye extrusada a diferentes temperaturas, así como estudiar el método de cocción de la fruta en el mismo equipo industrial utilizado para cocinar y secar los desechos de la matanza de animales domésticos (harina de carne y hueso, harina de vísceras y plumas).

MATERIALES Y METODOS

Experimento 1

Evaluación de la harina de pejibaye procesada a diferentes temperaturas de extrusión. Los frutos de pejibaye utilizados en este experimento procedían de la zona de Tucurrique, Cantón de Turrialba. El fruto completo fue trozado y secado a 60°C en un secador solar y eléctrico hasta una humedad aproximada de 20%, requerida para llevar a cabo una extrusión eficiente. Los trozos secos se extrusaron en un equipo Brady, con el diámetro del orificio de salida igual al empleado para procesar la soya. Las temperaturas utilizadas fueron: 93, 125 y 168°C ± 5°C.

Cuadro 1. Composición porcentual de las dietas de iniciación utilizadas en el Experimento 1.

Ingredientes	Testigo	Nivel de sustitución del maíz		
		34% HP	67% HP	100% HP
Harina de pejibaye	-	18,0	35,0	47,6
Maíz amarillo	52,3	32,5	13,7	-
Torta de soya (44% PC)	41,8	43,5	45,2	46,3
Aceite de soya	2,6	2,6	2,6	2,6
Fosfato dicálcico	1,6	1,6	1,6	1,6
Carbonato de calcio	1,0	1,0	1,0	1,0
DL-metionina	0,2	0,3	0,3	0,3
Sal yodada	0,25	0,25	0,25	0,25
Premezcla vits/min*	0,25	0,25	0,25	0,25
Coccidiostato	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante	0,01	0,01	0,01	0,01
Inhibidor de hongos	0,01	0,01	0,01	0,01
Análisis calculado				
Proteína cruda, %	22,5	22,5	22,5	22,5
E.M., kcal/kg	3010	3010	3010	3010
Calcio total, %	0,90	0,90	0,90	0,90
Fósforo disponible, %	0,45	0,45	0,45	0,4
Metionina, %	0,54	0,54	0,54	0,5
Calorías/proteína cruda	133	133	133	133

* La premezcla de vitaminas y minerales suministró: 11 UI vit A, 2 UI vit D, 5 UI vit E, 3 UI vit K, 4,5 g riboflavina, 10 g pantotenato de calcio, 35 g niacina, 250 g cloruro de colina, 12 mg vit B12, 750 mg ácido fólico, 50 mg biotina, 70 g óxido de manganeso, 50 g óxido de zinc, 80 g carbonato de hierro, 10 g óxido de cobre, 1 g yodo, 100 mg cobalto, 50 mg selenito de sodio, 25 g antioxidante, 7 g inhibidor hongos. Dosis 2,5 kg/t de alimento.

Se trabajó con 320 pollos de engorde de la línea Arbor Acres, sin sexar y alojados durante 32 días en una batería criadora Petersime en número de 8 aves por jaula. Se trabajó con 4 repeticiones.

La composición porcentual de las dietas, así como el análisis proximal de la harina de pejibaye antes y después del proceso de extrusión se muestra en los Cuadros 1 y 2 respectivamente.

Se determinó el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia cada semana, hasta los 32 días en que concluyó el ensayo. Los resultados fueron sujetos a análisis de varianza acorde con un diseño completamente al azar en un arreglo factorial 3 x 3. Las medias se separaron utilizando la prueba de Duncan.

Se probaron 10 tratamientos para evaluar el efecto de sustituir 34, 67 y 100% del maíz por harina de pejibaye procesada a las 3 temperaturas arriba mencionadas. La dieta testigo se elaboró

Cuadro 2. Composición nutricional de la harina de pejibaye antes y después de ser sometida a extrusión. Experimento 1.

Materia prima	% Humedad	% Proteína	% Grasa	% Fibra	% ELN	% Cenizas
H.P. sin extrusar	20,1	9,2	10,4	14,0	65,5	3,0
H.P. extrusada a 93°C	5,8	7,8	13,0	ND	ND	3,1
H.P. extrusada a 125°C	5,2	8,2	12,6	ND	ND	3,1
H.P. extrusada a 168°C	4,9	7,1	12,8	ND	ND	2,8

ND: no determinado; HP: harina de pejibaye.

con maíz amarillo y harina de soya con 44% de proteína cruda. Las 4 dietas (Cuadro 4) fueron isocalóricas e isoproteicas y contenían niveles similares de aminoácidos, para lo cual se utilizó la composición nutricional de la harina de pejibaye publicada por Zumbado y Murillo (1984).

Experimento 2

Evaluación de diferentes niveles de harina de pejibaye obtenida mediante cocción. Los frutos de pejibaye usados en este ensayo procedían de la zona de Guápiles, cantón de Pococí. El fruto completo se introdujo en el cocedor durante 15 min a una presión de 2 kg/cm² (30 lb/pul²), seguido de una cocción por 2 h y 50 min a una temperatura que osciló entre 90-100°C.

Se trabajó con 900 aves de la línea Indian River distribuidas en divisiones con capacidad para 30 aves cada una. Cada tratamiento tuvo 10 repeticiones.

El Cuadro 3 muestra la composición nutricional de las dietas de iniciación utilizadas en el experimento 2. Estas consistieron en una dieta control y 2 niveles de sustitución (50 y 100%) de harina de maíz por pejibaye. Dicha dieta correspondió a una fórmula de iniciación comercial para pollos de engorde que se administró hasta los 25 días de edad. Las dietas de finalización (de los 25 a los 40 días de edad y de los 40 a los 46 días de edad) variaron únicamente en las proporciones de maíz amarillo y harina de soya, con el fin de ajustar los niveles nutricionales a las necesidades de los pollos en esa etapa.

RESULTADOS Y DISCUSION

Experimento 1

El Cuadro 4 muestra los resultados obtenidos para el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, experimentada por las aves hasta los 32 días de edad.

Consumo de alimento

Se observó un mayor consumo en las aves alimentadas con la dieta control y con la dieta que contenía 34% de sustitución de maíz por harina de pejibaye. Este valor corresponde a 18% de harina de pejibaye en la dieta. Se observaron consumos inferiores, estadísticamente significativos, en los tratamientos con niveles mayores de harina de pejibaye en la dieta (35 y 47,6%).

El análisis individual del nivel de sustitución a las temperaturas de extrusión utilizadas confirma las observaciones anteriores. Temperaturas inferiores a 100°C tienden a reducir el consumo de alimento, debido probablemente a que sólo se logró una destrucción parcial del inhibidor de enzimas proteolíticas, tal como ha sido informado por Murillo *et al.* (1983) que mencionan temperaturas mínimas de 100°C durante 20 min para iniciar la degradación del mismo.

Ganancia de peso

En general se observa una disminución significativa ($P < 0,05$) en la ganancia de peso conforme se aumenta el nivel de sustitución de maíz por harina de pejibaye. Eso fue más evidente durante las primeras 3 semanas de edad. En la última semana estas diferencias no fueron significativas. Sin embargo, al considerar el período total se observaron diferencias de hasta 150 gramos a favor de las aves que consumieron niveles inferiores de harina de pejibaye.

Por su parte, la temperatura de extrusión mejoró la ganancia de peso, aunque no significativamente.

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia en todos los períodos se vio afectada por el aumento porcentual de harina de pejibaye en la dieta. Sin embargo, en el análisis del período completo no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos.

Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales correspondientes al período de iniciación utilizadas en el experimento 2.

Ingrediente	Nivel de sustitución de maíz		
	Control	50%	100%
Harina de pejibaye	-	23,75	47,00
Maíz amarillo	47,75	23,50	-
Palmiste integral	9,50	9,50	9,25
Melaza	3,00	3,00	3,00
Subproductos de trigo	2,30	2,30	2,30
Harina de soya (48% PC)	27,50	28,00	28,49
Harina subp. avícolas (tortave)	5,00	5,00	5,00
Harina de carne y hueso	2,30	2,30	2,30
Vitaminas y minerales*	0,25	0,25	0,25
Sal	0,25	0,25	0,25
Fosfato dicálcico	0,85	0,85	0,85
Carbonato de calcio	1,10	1,03	1,05
Metionina DL	0,205	0,225	0,25
Análisis calculado			
Proteína cruda %	22,6	22,02	21,48
E.M. kcal/kg	3044	3080	3110
Calcio total	0,99	0,98	0,99
Fósforo disponible	0,44	0,44	0,44
Metionina	0,53	0,53	0,54
Calorías/prot. cruda	134,7	139,8	144,8

* Se utilizó la misma premezcla el experimento 1.

Al estudiar los efectos individuales, se evidencia una conversión inferior con el nivel de 100% de harina de pejibaye. Niveles intermedios no parecen afectar la conversión alimenticia.

Igual razonamiento es válido para el efecto de la temperatura de extrusión sobre la harina de pejibaye en donde se observa que altas temperaturas propician una conversión más pobre.

Es probable que uno de los factores que afectaron el consumo fue la textura de la dieta, ya que la harina de pejibaye utilizada fue sometida a un grado de molienda muy fino. Así, al incrementar el nivel de harina de pejibaye la dieta tomó una consistencia más polvosa, provocando adherencias alrededor del pico de las aves.

Otro factor importante a considerar es el nivel de fibra cruda de la harina de pejibaye, que fue de 14% (Cuadro 2), probablemente debido a la presencia de otras partes del racimo como es el caso de las raquillas y partes del raquis. Este nivel fue muy superior a los promedios de 4 y 5% observado en muestras analizadas en otras oportunidades. Esta situación pudo ser corroborada al llevar a cabo necropsias de algunas aves

y observar gran cantidad de partículas fibrosas en la molleja.

El menor consumo de alimento observado en las aves con harina de pejibaye extrusada a 93°C puede ser atribuido a una destrucción parcial del factor inhibidor de enzimas proteolíticas, ya que se ha determinado que es necesario sobrepasar los 100°C durante unos 20 min para obtener una degradación total (Murillo *et al.*, 1983).

La ganancia de peso y la conversión alimenticia se vieron afectadas negativamente con el aumento de harina de pejibaye en la dieta, situación que fue más evidente en las primeras semanas de vida del ave. Al crecer ésta el efecto inhibitorio es menos severo, lográndose un mayor consumo. Probablemente esto se debe a una mayor tolerancia al factor inhibidor de enzimas proteolíticas al crecer el ave. Por lo anterior se puede considerar que las temperaturas de extrusión afectan las propiedades fisicoquímicas de la harina de pejibaye. Esto es comprensible si se toma en cuenta que el tiempo de permanencia de la harina de pejibaye en el extrusor fue relativamente alto. En este sentido podría suponerse que temperaturas superiores a

Cuadro 4. Rendimiento obtenido por los pollos de engorde para todo el período experimental (32 días de edad). Experimento 1.

Tratamiento		Consumo de alimento (g/ave)	Ganancia de peso (g/ave)	Conversión alimenticia
% sustitución	Temperatura			
Control		1778 ^{abc}	943 ^{ab}	1,81 ^a
34% HP	93°C	1828 ^{ab}	962 ^a	1,82 ^d
	125°C	1883 ^a	969 ^a	1,86 ^a
	168°C	1884 ^a	956 ^a	1,89 ^a
67% HP	93°C	1659 ^{cd}	887 ^{abc}	1,80 ^a
	125°C	1711 ^{bc}	859 ^{bc}	1,91 ^a
	168°C	1722 ^{bc}	857 ^{bc}	1,93 ^a
100% HP	93°C	1397 ^e	755 ^d	1,81 ^a
	125°C	1572 ^d	816 ^{cd}	1,87 ^a
	168°C	1681 ^{cd}	800 ^{cd}	2,00 ^a
*Efectos individuales				
Niveles de sustitución				
0%		1778 ^a	943 ^a	1,81 ^a
34% HP		1865 ^b	962 ^a	1,86 ^{ab}
67% HP		1697 ^c	866 ^b	1,88 ^{ab}
100% HP		1550 ^d	790 ^c	1,89 ^b
Temperatura de extrusión				
93°C		1628 ^a	868 ^a	1,81 ^a
125°C		1722 ^b	879 ^a	1,88 ^{ab}
168°C		1763 ^b	871 ^a	1,94 ^b

HP: Harina de pejibaye

(a,b,c,d,e): Medias dentro de las columnas con letras diferentes, son estadísticamente diferentes entre sí ($P \leq 0,05$). Las medias corresponden a 8 aves por repetición y a 4 repeticiones por tratamiento.

125°C conllevan a un deterioro progresivo de la calidad nutritiva del producto debido a una oxidación de las grasas, desnaturalización de la proteína, dextrinización de los carbohidratos y destrucción de aminoácidos y vitaminas, además de una menor densidad de volumen por la expansión de la harina al calentarse, efecto ya analizado por Harper (1979).

Experimento 2

Los resultados obtenidos en la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia a los 21 y 48 días de edad se presentan en el Cuadro 5.

A los 21 días únicamente se presentó un menor consumo con niveles de 50 y 100% de harina de pejibaye, los cuales fueron significativamente diferentes de la dieta testigo. No se evidenciaron diferencias en los otros parámetros

evaluados. A los 40 días no hubo diferencias en ninguna de las variables evaluadas.

El más bajo consumo observado durante los primeros días puede atribuirse a no haber ocurrido una destrucción total de los supuestos inhibidores de enzimas proteolíticas, que como se ha mencionado tienen un mayor efecto en animales de menor edad. Esta situación cambia en la segunda parte del ensayo en que estas diferencias no son significativas. También puede atribuirse, al igual que en el caso anterior, a la presencia de material fibroso que dificulta el consumo de las aves pequeñas.

A manera de conclusión general se puede sugerir la conveniencia de dar un tratamiento calórico cercano a 125°C ya que temperaturas mayores pueden afectar el valor nutricional del producto final. Asimismo, se recomienda no sobrepasar el nivel de 60% de sustitución de harina de pejibaye por maíz si el nivel de fibra cruda

Cuadro 5. Promedios de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia de pollos que consumieron dietas con niveles de sustitución de maíz por harina de pejibaye del 50 y 100% a los 21 y 40 días de edad.

Tratamiento	Consumo g/ave	Peso vivo g/ave		Conversión alimenticia
		21 días		
Testigo	796,9 ^a	520,8 ^a		1,53 ^a
50% Harina pejibaye	767,0 ^b	510,8 ^a		1,50 ^a
100% Harina pejibaye	763,1 ^b	507,9 ^a		1,50 ^a
		40 días		
Testigo	2006,3	1563,5		1,80
50% Harina pejibaye	2832,9	1528,5		1,86
100% Harina pejibaye	2865,9	1556,0		1,85

a, b: Valores medios con letra diferente en una misma columna son estadísticamente diferentes entre sí.

Nota: No existieron diferencias significativas entre tratamientos a los 40 días.

de la harina es elevado. En el segundo ensayo en que este efecto no fue tan severo la sustitución del 100% del maíz no fue problema.

Para evitar el alto nivel de fibra cruda se debe controlar la contaminación de la harina con partes de la planta más fibrosa como son el raquiz y las raquilas del racimo. De ser posible, es conveniente la eliminación de la cáscara del coco, para reducir la presencia de estructuras con alto contenido de lignina.

RESUMEN

Se evaluó en 2 ensayos el valor nutritivo de la harina de pejibaye obtenida a partir de frutos procesados bajo condiciones diferentes de presión y temperaturas. En el primer ensayo se estudió el efecto de 3 niveles de sustitución de maíz por harina de pejibaye (34, 67 y 100%) extrusada a 3 diferentes temperaturas (93, 125 y 168°C) sobre el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia durante 32 días, divididos en 4 períodos de 8 días. En el experimento 2 el pejibaye fue cocido durante 15 min a 2 kg/cm² de presión, seguido de cocción y secado durante 2 h y 50 min a aproximadamente 100°C. Durante 46 días, 900 aves consumieron dietas en que los niveles de sustitución de maíz por harina de pejibaye fueron de 50 y 100%.

En ambos ensayos se observó un menor consumo de alimento durante las primeras

semanas de vida del ave conforme aumentó el nivel de sustitución de maíz por harina de pejibaye. Sin embargo, al evaluar el período completo estas diferencias no fueron significativas. Temperaturas superiores a 100°C parecen ser las más adecuadas para el procesamiento de pejibaye, para obtener una completa destrucción de un factor antinutricional presente en la fruta, el cual es más severo en las primeras semanas de vida del ave.

La cocción de la fruta en el segundo ensayo fue suficiente para producir un producto de buena calidad, el cual sustituyó sin problema hasta el 100% el maíz en las dietas de iniciación y desarrollo.

LITERATURA CITADA

- HARPER, J.M. 1979 Food extrusion criteria. *Rev. Food Science and Nutrition* 11(2):155-215.
- MURILLO, M.G.; KRONEBERG, A.; MATA, J.; CALZADA, J.; CASTRO, V. 1983. Estudio preliminar sobre factores inhibidores de enzimas proteolíticas en la harina de pejibaye (*Bactris gasipaes*). *Rev. Biol. Trop.* 31(2): 227-231.
- ZUMBADO, M.E.; MURILLO, M.G. 1984. Composition and nutritive value of pejibaye (*Bactris gasipaes*) in animal feeds. *Rev. Biol. Trop.* 32(1): 51-56.
- ZUMBADO, M.E.; MURILLO, M.G. 1988. Influence of pejibaye palm (*Bactris gasipaes* HBK) fruit meal processed by different heat treatments on broiler performance. *Journal Sci. Food Agriculture* 44:9-14.