

EFFECTO DE LA PRESENCIA DE ENDOCARPO EN EL PALMISTE INTEGRAL (*Elaeis guinensis*) SOBRE SU VALOR NUTRITIVO. I. NIVEL DE ENDOCARPO, CARACTERIZACION DE LA FIBRA CRUDA Y CONTENIDO DE ENERGIA METABOLIZABLE^{1/}

Mario E. Zumbado^{2/}**
Fredy Jackson***

ABSTRACT

Effect of endocarp content of full-fat palm kernel (*Elaeis guinensis*) on its nutritive value. I. Level of endocarp, crude fiber characterization, and metabolizable energy content. A total of 50 shipments of full-fat palm kernel (FPK), bought by a commercial feed mill from a local palm oil plant in 5 months, were sampled to determine the content of endocarp that was not discarded at the plant. Endocarp content averaged 7.48% (2.90 to 13.30%). A sample of kernel was cleaned of endocarp and all foreign material and ground. Also, a sample of endocarp alone was separately ground. They were combined to obtain FPK samples with 0, 5, 10, 15, and 20% content of endocarp. Crude protein decreased from 9.69% to 8.42%, and ether extract from 46.72% to 39.27%, as endocarp contamination increased from 0% to 20%. Crude fiber increased 1.27% for each 5% endocarp increment. Lignin increased from 8.64% to 15.35% and silicon from 0.02% to 0.24% as level of endocarp went up from 0% to 20%. Endocarp contained 43.95% crude fiber, 49.9% lignin and 1.77% silicon. Nitrogen corrected true metabolizable energy (TMEn) decreased from 4439 Kcal/kg to 4160 Kcal/kg as endocarp content increased from 0% to 12%. From this data a linear regression equation to approximately calculate TMEn from endocarp level in FPK is proposed: $TMEn = 4420 - 21.45X$, where X=% endocarp in FPK.

INTRODUCCIÓN

El palmiste o coquito de palma africana en forma integral, ha demostrado ser una importante fuente de energía metabolizable en la alimentación avícola. Investigaciones preliminares indica-

ron que este ingrediente puede sustituir tanto parte del maíz como las grasas y aceites de uso regular en alimentos para gallinas de postura y pollos de engorde (Zumbado, 1988; Zumbado, 1990). Incluso se determinó que el aceite de palmiste presenta una digestibilidad y contenido de energía similar al del aceite crudo de soya (Zumbado y Solís, 1990) debido a su alto contenido de ácidos grasos de cadena corta, especialmente láurico (C:12).

El valor de energía metabolizable medido utilizando gallinas de postura alcanzó 4700 Kcal/kg (Zumbado, 1987). Investigaciones recientes con pollos de engorde arrojaron un valor de 4230 Kcal/kg en base seca (Scheele *et al.* 1995). Esto demuestra que el coquito integral contiene entre 25 y 40% más EM que el maíz (3350 Kcal/kg) y más de la mitad

1/ Recibido para publicación el 27 de marzo de 1996.

2/ Autor para correspondencia.

* Parte de la tesis de Maestría en el Programa de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del segundo autor. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

** Centro de Investigaciones en Nutrición Animal, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

*** Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica, San Ramón, Costa Rica.

de la EM que contienen las grasas de uso común en alimentos avícolas (7000 a 8200 Kcal/kg).

Los resultados satisfactorios de las investigaciones aunado al hecho de la relativa facilidad en el manejo del palmiste comparado al del aceite y grasas motivó a fabricantes de alimentos balanceados a utilizarlo desde 1987 en dietas de uso comercial en Costa Rica. Cuando el precio así lo amerita se incluye en fórmulas especialmente de pollos de engorde y en reproductores pesados en niveles de hasta 15%. El nivel de fibra cruda en el palmiste integral utilizado en las primeras investigaciones alcanzó alrededor de 10% a 12% (Rojas *et al.*, 1987; Zumbado, 1990). Aún así, los usuarios del producto han reportado el recibo de coquito con la presencia de altos niveles de endocarpo o cuesco duro como contaminante, el cuál es producto de una deficiente limpieza del palmiste en la planta, posterior al quebrado y eliminación del endocarpo. Este es considerado como uno de los principales problemas que enfrenta el uso de este ingrediente por parte de los fabricantes de alimentos balanceados para aves. Debido a lo anterior se realizó la presente investigación con el fin de medir las variaciones en el contenido de endocarpo en el palmiste integral que se recibe en las fábricas de alimentos balanceados, caracterizar la fibra cruda del palmiste integral y del endocarpo y su efecto sobre el contenido de EM.

MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis físico del palmiste integral

Se analizaron muestreos en 50 embarques de palmiste integral que llegaron a una fábrica comercial de alimentos balanceados para animales procedentes de la planta aceitera de Palo Seco, cantón de Parrita, provincia de Puntarenas por 5 meses. De cada embarque se tomaron 20 muestras, las cuales se unieron y mezclaron, para obtener por cuarteo una muestra de 1 kg y determinarle el contenido de cáscara.

Análisis proximal

Cada muestra de palmiste integral, se le eliminó la cáscara o cualquier otro mineral extraño en forma manual posteriormente se pasó por un molino de martillos con una criba de 0,65 cm. Con el mismo equipo se molió la cáscara por aparte. Cantidades exactas de cáscara fueron adiciona-

das a muestras de palmiste integral molido para obtener los siguientes niveles de contaminación: 0, 5, 10, 15 y 20%. A cada una de estas muestras, se le realizó un análisis proximal siguiendo la metodología de la AOAC (1984), con el propósito de determinar su contenido de proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas y humedad.

Característica de la fibra

La caracterización de la fracción fibrosa del palmiste integral y de su cáscara se realizó en las mismas muestras utilizadas para el análisis proximal. Para tal efecto se siguió la metodología de Van Soest y Wine (1967) con el propósito de determinar el porcentaje de sus diferentes componentes: fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), hemicelulosa, celulosa, lignina y sílica. Para lograr una correcta determinación de las fracciones mencionadas, fue necesario extraerles previamente la grasa a las muestras, con excepción de las de cáscara sola.

Contenido energético

La determinación del contenido de EM en muestras de palmiste integral contaminado con 0, 4, 8 y 12% de cáscara, se realizó por el método de energía metabolizable verdadera (EMV) descrito por Sibbald (1976). Para tal efecto se utilizaron 50 gallos de la raza Leghorn (línea Hy-line W77), de 26 semanas de edad alojados en jaulas individuales de alambre, los cuales se mantuvieron en ayuno por un período de 24 h. Posteriormente se escogieron al azar 10 gallos por cada muestra de palmiste integral adulterado, a los que se les colocó 30 g de cada muestra de palmiste directamente en el buche. La excreta fue recolectada por un período de 48 h, para lo cual se colocó una bandeja plástica debajo de cada jaula. Las heces se secaron a 60°C, permitiéndoles luego equilibrar su humedad con la humedad atmosférica antes de pesarlas, para obtener de esta manera la cantidad excretada por ave. A las muestras de palmiste integral contaminado y a la excreta se les determinó la energía bruta y su contenido de nitrógeno, para obtener la energía metabolizable verdadera corregida por nitrógeno (EMVn); éstos datos se sometieron a un análisis de regresión, para determinar la tendencia que seguían conforme variaba la contaminación del palmiste integral con cáscara.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis físico del palmiste integral

El promedio de contaminación del palmiste integral con cáscara fue de 7,48%, con valores mínimos y máximos de 2,90% y 13,30%, respectivamente. Los anteriores datos demuestran que el contenido de cáscara en el palmiste integral es muy variable, lo cual afectará en mayor o menor grado su valor nutritivo, ya que un elevado contenido de cáscara podrá perjudicar el aprovechamiento de cierto nutrientes a nivel digestivo. De aquí la necesidad de establecer un estricto control sobre el palmiste integral que llega a la fábrica de alimentos balanceados, antes de incluirlo en las dietas para aves.

Análisis proximal

El análisis proximal (Cuadro 1) indicó una disminución en los valores de proteína cruda desde 9,69% para el palmiste sin contaminación con cáscara hasta un 8,42% para un 20% de contaminación. Una tendencia similar se obtuvo con el extracto etéreo, que disminuyó desde 46,72% hasta 39,27%, para los niveles de cero y 20% de contaminación con cáscara, respectivamente. Por su parte, el contenido de fibra cruda varió desde 10,94% hasta 16,02%, lo cual ocasionó un aumento en fibra cruda de 1,27% por cada incremento de 5% en el nivel de cáscara. Los resultados anteriores y el hecho de que la cáscara presentara valores superiores a un 40% de fibra cruda, indican la necesidad de que el palmiste integral esté lo menos contaminado posible con cáscara. Al respecto, Zumbado (1990) menciona que en condiciones adecuadas de procesamiento, el contenido de cáscara no debe sobrepasar de un 5% con el propósito de tener niveles de fibra cruda en el palmiste integral entre un 9 y un 11% aproximadamente.

Cuadro 1. Composición proximal del palmiste integral con diferentes niveles de cáscara y de la cáscara sola.

Componente (%)	% de cáscara					Cáscara sola
	0	5	10	15	20	
Proteína cruda	9,69	8,71	8,60	8,52	8,42	NSR*
Extracto etéreo	46,72	44,34	42,32	40,80	39,27	NSR*
Fibra cruda	10,94	12,88	14,24	15,13	16,02	43,95
Cenizas	1,93	1,93	2,17	2,17	2,18	2,77
Humedad	7,78	8,05	8,47	8,66	8,85	9,82

* No se realizaron análisis.

Caracterización de la fibra

Los valores de FND mostraron una relación directa con el nivel de cáscara en el palmiste integral; así, la FND aumentó desde 42,94% hasta 48,26% para los niveles de 0% y 20% de cáscara, respectivamente (Cuadro 2). Lo anterior como consecuencia de que la cáscara presentó un elevado contenido de FND. Las tablas de requerimientos nutricionales del Institut National de la Recherche Agronomique (INRA, 1984) indican un valor de 52% de FND para el palmiste integral, el cual es superior al encontrado en este estudio. Sin embargo, en la tabla mencionada no se indica el grado de contaminación con cáscara de palmiste. En el análisis de las diferentes fracciones que constituyen la FND del palmiste integral para todos los niveles de adulteración, la celulosa fue el componente en mayor porcentaje, seguido de la hemicelulosa, la lignina y de último, la sílica. En el caso de la cáscara, el principal componente fue la lignina. En general, existió una variación mínima en los porcentajes de hemicelulosa y de celulosa al incrementar el nivel de contaminación con cáscara en el palmiste integral. El anterior comportamiento se debió a que la cáscara sola y el palmiste integral sin cáscara presentaron valores semejantes de hemicelulosa (13,89% y 13,55%, respectivamente) y de celulosa (24,61% y 20,69%, respectivamente). En relación con las fracciones más indigestibles de la FND, tanto la lignina como la sílica incrementaron conforme aumentó la contaminación con cáscara en el palmiste integral. Así, el contenido de lignina en el palmiste integral con 20% de cáscara fue mayor al obtenido en el palmiste integral sin cáscara, como consecuencia del elevado contenido de lignina (49,90%) de la cáscara. El aumento tan marcado en el contenido de sílica en la cáscara (1,77%) en relación con el encontrado en el pal-

Cuadro 2. Caracterización de la fracción fibrosa del palmiste integral con diferentes niveles de cáscara y de la cáscara sola.

Componente (%)	% de cáscara					Cáscara sola
	0	5	10	15	20	
FND	42,94	44,65	46,36	47,31	48,26	88,40
FAD	29,33	30,27	32,38	33,95	35,51	74,51
Hemicelulosa	13,55	14,38	13,98	13,36	12,75	13,89
Celulosa	20,89	20,15	19,93	20,05	20,16	24,61
Lignina	8,64	10,12	12,45	13,90	15,35	49,90
Sílica	0,02	0,07	0,17	0,21	0,24	1,77

miste integral sin cáscara (0,22%), provocó los incrementos en el contenido de sílica en el palmiste conforme aumentó el nivel de contaminación con cáscara. En resumen, al aumentar el nivel de fibra cruda en el palmiste integral, producto de una mayor contaminación con cáscara, también aumentó el contenido de las fracciones más indigestibles de la fibra, como son la lignina y la sílica.

Contenido energético

El contenido de EMVn disminuyó conforme aumentó el nivel de contaminación con cáscara en el palmiste integral, variando desde 4439 Kcal/kg para el nivel de cero contaminación hasta 4160 Kcal/kg para un 12% de contaminación (Cuadro 3). Esta reducción se explica por la disminución en los valores de extracto etéreo y de proteína cruda, así como por el aumento en el contenido de fibra cruda. Los valores de EMVn para el palmiste integral encontrados en este estudio son inferiores al valor de 47000 Kcal de EM/kg informado por Zumbado (1987) y determinado con gallinas ponedoras. Al respecto, Zumbado (1990) menciona que el contenido energético del palmiste integral puede verse afectado por el nivel de fibra cruda, el cual varía según sea su grado de contaminación con cáscara. El análisis de regresión lineal permitió establecer la ecuación $\hat{Y} = 4420 - 21,45x$, donde x es el porcentaje de cáscara del palmiste integral y \hat{Y} el contenido de EMVn.

Cuadro 3. Contenido de energía metabolizable verdadera corregida por nitrógeno (EMVn) del palmiste integral con diferentes niveles de cáscara.

Nivel de cáscara	MS (%)	EMVn(Kcal/kg)	
		Base seca	Base fresca
0	92,72	4787	4439
4	92,59	4639	4295
8	92,61	4615	4274
12	92,56	4495	4160

RESUMEN

Se caracterizó la fibra cruda del palmiste integral (PI) y la de su cáscara (endocarpo), así como el efecto sobre su contenido de energía metabolizable. Un muestreo en 50 embarques de PI dio como resultado un promedio de contaminación con cáscara de 7,48%, con valores mínimos y máximos de 2,90% y 13,30%, respectivamente. Se analizaron

muestras de PI sin cáscara y contaminado con 5, 10, 15 y 20% de cáscara de palmiste integral (CPI). La proteína cruda (PC) disminuyó desde 9,69% hasta 8,42% y el extracto etéreo (EE) desde 46,72% hasta 39,27% al aumentar 0% a 20% la contaminación con CPI. La fibra cruda (FC) aumentó en 1,27% por cada incremento de 5% en el nivel de CPI. El contenido de FC en la CPI fue de 43,95%. La lignina aumentó de 8,64% hasta 15,35% y la sílica desde 0,02% hasta 0,24% para valores de 0% y 20% de contaminación. La CPI presentó 49,90% de lignina y 1,77% de sílica. La determinación del contenido de energía metabolizable verdadera corregida por nitrógeno (EMVn) permitió establecer la ecuación $\hat{Y} = 4420 - 21,45x$, en donde $\hat{Y} = \text{EMVn}$ y $x = \% \text{ CPI}$.

LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). 1984. Official methods of analysis. 13 th. Ed. Washington D.C.
- INRA. 1984. L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles. Institut National de la Recherche Agronomique.
- ROJAS, A.; PALAVICINI, G.; SANCHEZ, J.M. 1987. Efecto de la utilización del palmiste integral sobre parámetros productivos en vacas tipo doble propósito. *Agronomía Costarricense* 11(2):227-231.
- SCHEELE, C.W.; ZUMBADO, M.W.; KWAKERNAK, C. 1995. Studies on the use of palm fats and mixtures of fats oils in poultry nutrition. Part I. Survey and analysis of fats and oils and determination of nutritive values. EC Project CI 1*-CT93-0319. Spelderholt Report.
- SIBBALD, I.R. 1976. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Science* 55:303-308.
- VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. IV. Determination of plant cell wall constituents. *Journal of A.O.A.C.* 50(1):50-55.
- ZUMBADO, L.R. 1987. Utilización de la harina de palmiste integral en la alimentación de gallinas ponedoras. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José. 43 p.
- ZUMBADO, M. 1988. Uso potencial de la palma africana en la alimentación avícola. *Boletín Técnico OPO-CB* 2(4):137-142.
- ZUMBADO, M. 1990. Utilización de productos de la palma africana en la alimentación aviar. *Avicultura Profesional* 7(4):137-146.
- ZUMBADO, M.; SOLIS, R. 1990. Nutritive value of palm oil and palm kernel oil for broilers. *Poultry Science* 69 (suplement 1):151.