

Indicadores fermentativos cecales y sanguíneos en pollos de ceba que consumen harina de follaje de *Morus alba* en la ración

Madeleidy Martínez, Lourdes Savón, L.E. Dihigo, Yasmila Hernández, A. Oramas, F. Sierra, Alba Montejo, Milbis Cueto y F.R. Herrera

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana

Correo electrónico: mademar@ica.co.cu

Para estudiar los indicadores fermentativos cecales y sanguíneos, mediante la sustitución de la ración del maíz por harina de follaje de *Morus alba* (morera), se utilizaron 32 pollos de ceba machos de 21 d (HE₂₁). Las aves se distribuyeron según diseño completamente aleatorizado en cuatro tratamientos y ocho repeticiones respecto a un control (maíz-soya), en tres niveles de inclusión de follaje de morera: 5, 10 y 15 %. Se midió el peso de los ciegos llenos y vacíos así como su longitud. Además, se determinó la concentración de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) totales y amoníaco y así como los valores de pH. En sangre se determinó la hemoglobina, el hematocrito y la concentración de colesterol total. Se observó aumento ($P < 0.05$) de los pesos relativos de los ciegos (llenos y vacíos) con las dietas que contienen harina de follaje de morera respecto al grupo control (12.86, 13.93 y 13.96 vs 7.68 g/kg, respectivamente). Las longitudes de los ciegos derecho e izquierdo difirieron ($P < 0.05$) entre el control y el 10 % de sustitución de harina de follaje de morera (17.88 vs 22.00 y 19.00 vs 23.25 cm, respectivamente), siendo superior en este último. Un comportamiento similar ($P < 0.05$) tuvo la concentración de AGCC totales (49.60 vs 81.00 mmol/L). En la concentración de NH₃ y los valores de pH, el control fue superior ($P < 0.05$) con respecto al resto de los tratamientos (2.43 vs 1.16, 1.32 y 1.05 mmol/L y 6.74 vs 5.54, 5.58 y 5.70, respectivamente). Los indicadores sanguíneos no mostraron diferencias para la hemoglobina y el hematocrito. Sin embargo, el colesterol disminuyó con la inclusión de harina de follaje de morera en la ración. Se concluye que con la inclusión de harina de follaje de morera en la ración de pollos de ceba hasta 15 %, aumenta la capacidad fermentativa de los ciegos, y se demuestra la disminución en la absorción del colesterol que provoca esta fuente fibrosa.

Palabras clave: *indicadores fermentativos cecales, indicadores sanguíneos, pollos de ceba, follaje de Morus alba.*

La búsqueda de fuentes proteicas de bajo costo en el trópico incluye el examen de los follajes arbóreos por su gran disponibilidad (Ly 2005). La especie *Morus alba* L., que se conoce comúnmente como morera, surge como una opción interesante para la alimentación animal, debido a su fácil y alta producción de biomasa, que puede alcanzar hasta 30 t de MS/ha/año en sistemas intensivos de corte y acarreo. Es de amplia distribución en el trópico y posee diversidad de especies. Además, presenta una interesante composición química, con contenidos de proteína bruta superiores a 20 % y digestibilidad *in vitro* de la materia seca por encima de 80 % (Martín 2004). Las fracciones fibrosas en la morera son bajas con respecto a otros follajes. Albert (2006) informó contenidos de FND, FAD, lignina, celulosa y hemicelulosa de 38.3, 26.3, 7.6, 12.9 y 17.7 %, respectivamente.

Se ha planteado que la fibra dietética, a través de las propiedades físico-químicas de sus componentes solubles e insolubles, puede ejercer varios efectos fisiológicos en el tracto gastrointestinal de las especies monogástricas, especialmente en las aves por su condición digestiva que no permite degradar altas cantidades de fibra (Gonzalvo *et al.* 2001). La magnitud de estos efectos depende de la forma física, naturaleza química (fuente y procedencia), tipo de fibra, procesamiento a que fue sometida, adaptación y características del animal (edad y peso vivo). Se han observado efectos fisiológicos en la morfología intestinal, fermentación y microbiota del TGI, así como en la absorción del colesterol (Savón 2005).

El objetivo de este trabajo fue determinar indicadores fermentativos cecales y sanguíneos en pollos de ceba que consumen harina de follaje de morera en la ración.

Materiales y Métodos

Animales y dietas. Se utilizaron 32 pollos de ceba machos de 21 d (HE₂₁), alojados en jaulas metálicas. Los animales se sometieron a las dietas experimentales desde 18 hasta 42 d, las cuales fueron formuladas según los requerimientos establecidos por la NRC (1994) para esta categoría de aves. El control consistió en una dieta convencional soya-maíz. En los otros tres tratamientos se sustituyó 5, 10 y 15 % de la harina de maíz comercial por la harina de follaje de morera (tablas 1 y 2). Durante todo el tiempo de experimentación los pollos tuvieron libre acceso al agua y alimento.

Harina de follaje de Morus alba. Se utilizó para confeccionar la harina de follaje un área experimental de 200 m², sembrada desde 1998 a una distancia de 1 m x 40 cm. La densidad utilizada fue de 25 000 plantas/ha. Las variedades establecidas en esta área fueron la Acorazonada, Indonesia y Tigreada.

En marzo de 2007 se realizó un corte a 50 cm del nivel del suelo. A los dos meses se fertilizó con urea y se cortó el follaje en junio. Se secó en plato al sol para reducir la humedad, posteriormente los tallos más gruesos se separaron de las hojas para conformar la harina. Se redujo el tamaño de partícula a 3 mm en un molino de martillo y se guardó en sacos hasta su utilización.

Tabla 1. Dietas experimentales correspondientes al período de crecimiento (21-35 d de edad)

Ingredientes	Control	Morera 5 %	Morera 10 %	Morera 15 %
Harina maíz	60.40	57.40	54.80	51.00
Harina soya	32.00	30.00	30.00	26.40
Harina morera	-	5.00	10.00	15.00
Fosfato	1.00	1.00	1.00	1.00
Carbonato	1.30	1.30	1.30	1.30
Sal común	0.10	0.10	0.10	0.10
Aceite	5.00	5.00	5.00	5.00
Premezcla min-vit	0.20	0.20	0.20	0.20
Composición calculada				
PB (%)	20.7	20.4	20.0	20.1
EM (MJ/kg)	13.48	13.28	13.09	12.85

Tabla 2. Dietas experimentales correspondientes al período de acabado (35-42 d de edad)

Ingredientes	Control	Morera 5 %	Morera 10 %	Morera 15 %
Harina maíz	63.62	62.00	59.60	55.62
Harina soya	28.50	25.20	22.60	21.60
Harina morera	-	5.00	10.00	15.00
Fosfato	1.00	0.90	0.90	0.90
Carbonato	1.20	1.20	1.20	1.20
Sal común	0.20	0.20	0.20	0.20
Aceite	5.00	5.00	5.00	5.00
Premezcla min-vit	0.50	0.50	0.50	0.50
Composición calculada				
PB (%)	19.2	18.5	18.0	18.1
EM (MJ/kg)	13.58	13.43	13.25	13.01

Procedimiento experimental. A los 42 d, los animales se pesaron y sacrificaron por el método de desangrado de la vena yugular (Sánchez 1990), exactamente dos horas y treinta minutos después de la ingestión de alimento.

Indicadores fermentativos cecales. Se extrajeron los ciegos y se pesaron llenos y vacíos en una balanza técnica marca SARTORIUS. Se midieron con una cinta métrica. Para el análisis estadístico, los pesos se expresaron como relativos al peso vivo (PV, g/kg).

Las determinaciones de AGCC totales se realizaron en diluciones apropiadas después de centrifugar a 3000 rpm y descartar el precipitado (Ly *et al.* 1980). La fermentación de la muestra se detuvo mediante la adición de bicloruro de mercurio al 10 %. Se utilizó el método de destilación en un equipo de arrastre con vapor (Pennington 1952).

La concentración de amoníaco se determinó según Conway (1957) y los valores de pH en un pH-metro digital de manufactura inglesa, marca WPA, serie CD-70.

Indicadores sanguíneos. Para la medición del hematocrito, se realizó el llenado de sangre de los capilares para microhematocrito hasta una tercera parte del capilar. Estos se sellaron con un mechero y se centrifugaron durante 10 min a 3500 rpm. Posteriormente, se realizó la lectura en un equipo de microhematocrito de manufactura inglesa, marca Hawkley, con un lector

de escala móvil que permitió situarlo en el nivel de los sedimentos hemáticos.

Para la medición de la hemoglobina se utilizó el método de la cianometahemoglobina, descrito por Crosby *et al.* (1954). Se tomaron 0.2 mL de sangre, diluida con 5 mL del reactivo de Drabkin, y después de 10 min se leyó a 540 nm, utilizando agua destilada como blanco.

Luego de someter la sangre a coagulación a temperatura ambiente, se centrifugó durante 15 min a 3500 rpm, con el objetivo de obtener los sueros. El colesterol total se determinó por un test enzimático-colorimétrico, producido en el centro de Radioisótopo Diagnóstico de Cuba (CENTIS).

Método estadístico. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos y ocho repeticiones. Para el análisis de los resultados se utilizó el paquete estadístico computarizado Statgraphics (Pérez 2003), versión 5.1 sobre Windows XP. Los valores medios se compararon mediante la dócima de Duncan (1955).

Resultados y Discusión

Hubo aumento ($P < 0.05$) de los pesos relativos del ciego (llenos y vacíos) de los pollos de ceba alimentados con las dietas que contenían harina de follaje de morera,

con respecto al grupo control (figura 1). Esto se pudiera deber a la adaptación fisiológica del ave para aumentar su capacidad digestiva ante la presencia de fibra, la cual se ha observado además, en broilers jóvenes (González *et al.* 2007), patos (Tapia *et al.* 2000) y gallinas ponedoras (Rodríguez *et al.* 2006).

Las longitudes de los ciegos derecho e izquierdo (figura 2) difirieron entre el control y el 10 % de sustitución de harina de follaje de morera, siendo superiores en este último ($P < 0.05$). Según Eastwood (1992) y Carew *et al.* (2003), esta es la respuesta del ajuste fisiológico normal provocado por el aumento del tiempo de permanencia de la fibra en estos órganos, de la masa microbiana y productos finales de la fermentación.

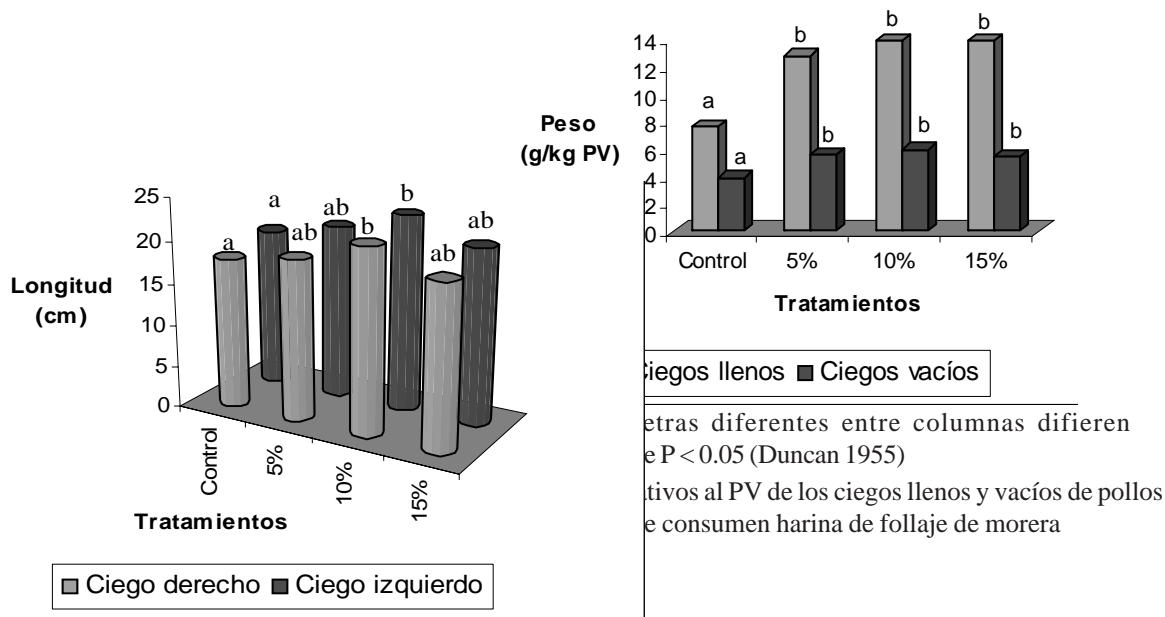
De hecho, la concentración de AGCC totales (tabla 3) tuvo un comportamiento similar. El pH se redujo, quizás como consecuencia del aumento de estos ácidos orgánicos, para los tratamientos que incluyeron morera, incluso por debajo de los niveles informados por Huyghebaert (2003) en el ciego de las aves (5.8 - 6.8). Este comportamiento es lógico, ya que según Dunkley *et al.* (2007) las fuentes altas en fibra, incluidas en la

dieta de los animales monogástricos (como es el caso de la morera), favorecen los procesos fermentativos en el ciego y contribuyen a la gran diversidad microbiana.

Los AGCC producidos en el TGI hacen una contribución al metabolismo energético en los pollos (17 %), y que es relativamente pequeña, pero importante (Marrero 1998). Fundamentalmente, estos metabolitos provienen del ataque microbiano de las distintas fracciones fibrosas del alimento. En dietas que incluyen niveles crecientes de follaje de morera, el aumento en su producción pudiera implicar ganancias energéticas para el animal.

En la concentración de NH_3 , el control mostró concentraciones superiores, con respecto al resto de los tratamientos (tabla 3). Esta disminución quizás sea el resultado de la mayor síntesis microbiana de proteínas. En la actualidad se conoce que, en las aves, la microflora del tracto intestinal inferior es muy hábil en la utilización de este sustrato (Preest *et al.* 2003).

Si se considera que los ciegos constituyen el sitio fundamental del tubo digestivo de las aves, donde ocurre la digestión de la fibra por la gran actividad fermentativa que poseen (Savón 2002), y que en ellos están presen-



^{ab}Valores con letras diferentes entre columnas difieren significativamente a $P < 0.05$ (Duncan 1955)

Figura 2. Longitudes de los ciegos derecho e izquierdo de pollos de ceba que consumen harina de follaje de morera en la ración

Tabla 3. Concentraciones de AGCC totales y amoníaco y valores de pH cecales en pollos de ceba alimentados con harina de follaje de morera en la dieta

Indicadores	Tratamientos				EE ±
	Control	5 %	10 %	15 %	
AGCC totales (mmol/L)	49.60 ^a	73.28 ^{ab}	81.00 ^b	64.73 ^{ab}	8.47*
NH ₃ (mmol/L)	2.43 ^a	1.16 ^b	1.32 ^b	1.05 ^b	0.18*
pH	6.74 ^a	5.54 ^b	5.58 ^b	5.70 ^b	0.23*

^{ab}Letras distintas dentro de la misma fila difieren a $P < 0.05$ (Duncan 1955) * $P < 0.05$

Tabla 4. Indicadores sanguíneos en pollos de ceba que consumen harina de follaje de morera en la ración

Indicadores	Tratamientos				EE ±
	Control	5 %	10 %	15 %	
Hb (g/L)	8.51	8.33	8.44	8.53	0.35
Ho (%)	0.28	0.28	0.28	0.28	0.01
Colesterol total (mmol/L)	3.33 ^a	2.55 ^b	2.44 ^b	2.48 ^b	0.17*

^{ab}Letras distintas dentro de la misma fila difieren a $P < 0.05$ (Duncan 1955) * $P < 0.05$

tes bacterias y hongos celulolíticos (Rodríguez *et al.* 1996 y Paul *et al.* 2000), los resultados de este trabajo sugieren que la harina de follaje de morera determinó el aumento de esta actividad.

Los indicadores sanguíneos (tabla 4) no mostraron diferencias para la hemoglobina y el hematocrito. Al parecer, el suministro de este material fibroso no produce cambios en ellos. Sin embargo, el colesterol disminuyó ($P < 0.05$) con la inclusión de harina de follaje de morera en la ración de las aves.

Se ha demostrado que niveles elevados de fibra en las raciones de las aves producen reducción en la absorción del colesterol y de los lípidos a nivel intestinal (Savón 2005). Este efecto fisiológico se debe a la fracción soluble de la fibra (pectinas) y también a la lignina (Salas *et al.* 2008 y Pittaway *et al.* 2008). Albert (2006) planteó que la harina de follaje de morera presenta alta solubilidad y que los valores de lignina fueron relativamente bajos (7.6 %).

Este resultado pudiera relacionarse con los altos niveles de AGCC encontrados en el ciego, ya que se plantea que estos tienen características hipocolestorémicas (propionato, acetato y butirato) porque provocan inhibición de la enzima HMG-CoA reductasa (Endo *et al.* 1999, Hara *et al.* 1999).

Los resultados permiten concluir que con la inclusión de harina de follaje de morera hasta 15 % en la ración de pollos de ceba, aumenta la capacidad fermentativa de los ciegos y disminuye la absorción del colesterol.

Referencias

Albert, A. 2006. Evaluación biofisiológica de las especies *Trichantera gigantea*, *Morus alba* y *Erythrina poeppigiana* en cuyes, en la región de Topes de Collantes. Tesis Dr. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba

Carew, L.B., Hardy, D., Weis, J., Alster, F., Mischler, S.A., Gernat, A. & Zakrzewska, E.I. 2003. Heating raw velvet beans (*Mucuna pruriens*) reverses some anti-nutritional effects

on organ growth, blood chemistry and organ histology in growing chickens. Tropical and Subtropical Agroecosystems 1: 267

Conway, E.J. 1957. Microdiffusion analysis and Volumetric Error. 4th Ed. Crosby Lockwood and Sons, Ltd. London

Crosby, W.H., Munn, J.I. & Furth, F.W. 1954. Standardizing a method for clinical hemoglobinometry. U. S. Armed Forces Med. J. 5: 693

Duncan, B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics 11:1

Dunkley, K.D., Dunkley, C.S., Njongmeta, N.L., Callaway, T.R., Hume, M.E., Kubena, L. F., Nisbet, D.J. & Ricke, S.C. 2007. Comparison of *in vitro* Fermentation and Molecular Microbial Profiles of High-Fiber Feed Substrates Incubated with Chicken Cecal Inocula. Poult Sci. 86: 801

Eastwood, M.A. 1992. The physiological effect of dietary fiber. Ann. Rev. Nutr. 12:19

Endo, T., Nakano, M., Shimizu, S., Fukushima, M. & Miyoshi, S. 1999. Effects of a probiotic on the lipid metabolism of cocks fed on a cholesterol-enriched diet. Biosci. Biotech. Biochem. 63: 569

González, J.M., Jiménez, E., Lázaro, R. & Mateos, G.G. 2007. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. Poult. Sci. 86: 705

Gonzalvo, S., Nieves, D., Ly, J., Macías, M., Carón, M. & Martínez, V. 2001. Algunos aspectos del valor nutritivo de alimentos venezolanos destinados a animales monogástricos. Livestock Res. Rural Devel. 13:66

Hara, H., Haga, S., Aoyama, Y. & Kiriyama, S. 1999. Short-chain fatty acids suppress cholesterol synthesis in rats liver and intestine. J. Nutr. 129: 942

Huyghebaert, G. 2003. Replacement of antibiotics in poultry. Eastern Nutrition Conference (8-9 may, Quebec, Canada). p. 55-78

Ly, J. 2005. Uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina. Pastos y Forrajes 28: 11

Ly, J., Domínguez, P.L. & Grau, A. 1980. Miel final y desperdicios procesados en la ceba de cerdos. 1. Niveles de AGCC en dietas y contenido digestivo. Cienc. Técn. Agríc. 3: 89

- Marrero, A. I. 1998. Contribución al estudio de la utilización de la fibra dietética en gallináceas. Tesis Dr. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- Martín, G. 2004. Evaluación de los factores agronómicos y sus efectos en el rendimiento y la composición bromatológica de la biomasa de morera (*Morus alba* Linn.). Tesis de Dr. Estación Experimental de Pastos y Forrajes «Indio Hatuey». Matanzas, Cuba. p. 92
- NRC 1994. Nutrient Requirements of Poultry. Washington D.C.
- Paul, W.J.J., Van der, W., Steef, B., Serve, N., Harm, H., Bert, A.P. & Frans van, K. 2000. Role of Volatile Fatty Acids in Development of the Cecal Microflora in Broiler Chickens during Growth. Applied and Environmental Microbiology, 66: 536
- Pennington, R.J. 1952. The metabolism of short-chain fatty acids in the sheep. Biochem. J. 51: 251
- Pérez, C. 2003. Estadística práctica con STATGRAPHICS Prentice Hall. Versión 5.1. Copyright 2003 for Statistical Graphics Corp
- Pittaway, J.K., Robertson, I.K. & Ball, M.J. 2008. Chickpeas may influence fatty acid and fiber intake in an *ad libitum* diet, leading to small improvements in serum lipid profile and glycemic control. J. Am. Diet Assoc. 108: 1 009
- Preest, M.R., Folk, D.G. & Beuchat, C.A. 2003. Decomposition of nitrogenous compounds by intestinal bacteria in hummingbirds. The Auk, 120: 1 091
- Rodríguez, R., Martínez, M., Valdiviá, M., Cisneros, M., Cárdenas, M. & Sarduy, L. 2006. Morfometría del tracto gastrointestinal y sus órganos. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 40: 361
- Rodríguez, Z., Galindo, J., Marrero, A. I., Bocourt, R., Elías, A. & Riverí, Z. 1996. Una nota sobre el aislamiento de hongos celulolíticos en el ciego de pollos de engorde. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 30: 295
- Salas, J., Farrés, X., Luque, X., Narejos, S., Borrell, M., Basora, J., Anguera, A., Torres, F., Bulló, M. & Balanza, R. 2008. Effect of two doses of a mixture of soluble fibres on body weight and metabolic variables in overweight or obese patients: a randomised trial. Br. J. Nutr. 99: 1 380
- Sánchez, A. 1990. Enfermedades de las aves. Ed. ENPES. La Habana, Cuba. p. 285
- Savón, L. 2002. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 36: 91
- Savón, L. 2005. Alimentación no convencional de especies monogástricas: Utilización de alimentos altos en fibra. VII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Curso Pre-evento. UNELLEZ, Venezuela. p 30
- Tapia, L., López, J.L., Bueno, J.R. & Riva, R. 2000. Hojas de *Leucaena leucocephala* en la alimentación de patos. Rev. Prod. Animal. 12:41

Recibido: 12 de junio de 2008