

EVALUACION DE LAS EXCRETAS DE POLLOS DE ENGORDE (Pollinaza) EN LA ALIMENTACION ANIMAL. I. DISPONIBILIDAD Y COMPOSICION QUIMICA¹

Carlos Tobía*, Emilio Vargas^{2/**}

Palabras clave: Pollinaza, alimentación animal, composición química.

RESUMEN

ABSTRACT

El estudio pretende determinar la disponibilidad de pollinaza en piso de cemento, así como el efecto que tiene el tipo de cama y la densidad de población sobre la composición nutritiva de esta excreta. Se tomó un total de 26 muestras en los galpones de las 4 principales empresas que producen industrialmente pollos de engorde. La información sobre la producción y características de alojamiento de este tipo de explotación en Costa Rica, se obtuvo por medio de una encuesta. El área instalada de galpones con piso de cemento representó 34% del total del país, con una densidad de pollo alojado de 11.9 (pollos/m²). La cantidad de pollinaza se estimó en 15.2 kg/m² y la producción fue de 1.28 kg/pollo alojado/ciclo. Las excretas presentaron un contenido promedio de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, calcio y fósforo de 84.1; 33.6; 4.7; 14.4; 2.6 y 1.1%, respectivamente. El fraccionamiento de la fibra mostró un valor promedio de fibra neutro detergente, fibra ácido detergente, hemicelulosa, celulosa, lignina y de carbohidratos no estructurales de 35.7; 22.4; 13.4; 15.6; 4.9 y 11.5%, respectivamente. Los resultados sugieren que el tipo de cama y la densidad de población estudiadas, no afectó en gran manera la composición proximal y los componentes fibrosos de la pollinaza recolectada en piso de cemento. La densidad de pollo alojado, sí afectó la producción de pollinaza/m².

Evaluation of broiler litter as livestock feed. I. Availability and chemical composition. This study was conducted to determine the availability of broiler litter on concrete floors, as well as the effect of the type of bedding (rice hull or woodchops) and the density of the birds. A total of 26 samples from the 4 largest poultry producers were collected. The information related with the production system was obtained by a survey. The facilities using concrete floors represent 34% of the total facilities in Costa Rica, with a density of 11.9 chicken per square meter. The amount of litter produced was estimated in 15.2 kg/m² and the average production was 1.28 kg per chick housed/cycle. The analysis of the litter averaged 84.1% of dry matter, 33.6% crude protein, 4.7% ether extract, 14.4% ash, 2.6% calcium and 1.1% phosphorus. The fiber fraction contents were 35.7% neutral detergent fiber, 22.4% acid detergent fiber, 13.4 hemicelulose, 15.6% cellulose, 4.9% lignine and 11.5% nonstructural carbohydrates. These results suggest that the type of bedding and the density of animals studied, do not produced an important effect in the proximal composition and the fibrous components of the broiler litter collected on concrete floor. The density of animals produced an increment of broiler litter production.

1/ Recibido para publicación el 9 de julio de 1999.

2/ Autor para correspondencia.

* Decanato de Ciencias Veterinarias. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" Barquisimeto. Edo. Lara. Venezuela.

** Universidad de Costa Rica. Escuela de Zootecnia. Centro de Investigación en Nutrición Animal. San José, Costa Rica.

INTRODUCCION

Un residuo agroindustrial tiene importancia en la alimentación animal cuando su disponibilidad es alta y la producción es constante durante todo el año. Además cuando su manejo, transporte, procesamiento y almacenamiento es accesible y factible para el ganadero, cuando no compete con la alimentación humana y el aporte de nutrimentos presenta un costo relativo menor que las materias primas tradicionales.

Las excretas de pollos de engorde o pollinaza, reúnen todos estos atributos para ser utilizadas como ingrediente en las raciones de los rumiantes, ya que éstos tienen la capacidad de sintetizar la proteína a partir del N no proteico (NNP) y de utilizar los componentes fibrosos presentes en éstas.

La pollinaza tiene una composición química variable y su mayor valor es como fuente de proteína y minerales (Rude y Rankins Jr. 1993). El contenido de nutrimentos de la pollinaza está influenciado principalmente por el tipo de material utilizado como cama, el tipo de piso del galerón, la densidad de aves/m², la temperatura y humedad ambiental de las unidades de producción, el sistema de agua y los métodos de limpieza utilizados (Egaña et al. 1989, Flachowsky y Hennig 1990, Jacob et al. 1997).

El tipo de piso influye en el contenido de cenizas de la pollinaza (Egaña et al. 1989). La cama utilizada afecta los contenidos de proteína y los niveles de fibra (Fontenot et al. 1996); la densidad de pollos alojados/m² afecta positivamente el contenido de proteína cruda y cenizas y está negativamente correlacionada con el contenido de materia seca (Ruiz y Ruiz 1977).

El objetivo del estudio fue estimar la disponibilidad de pollinaza y valorar el efecto del tipo de cama y la densidad de población (pollos/m²), sobre la composición química y los componentes fibrosos de la pollinaza producida sobre piso de cemento, en Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

La información sobre la disponibilidad de pollinaza y las características de alojamiento de

pollos de engorde, se obtuvo por medio de una encuesta. Esta se aplicó a las 4 empresas productoras de pollos, que representan la mayor parte de la producción nacional. Los datos recabados permitieron diseñar un modelo de muestreo jerarquizado o anidado, el cual consideró a la empresa y al tipo de cama, como los 2 factores más importantes que afectan la producción y calidad de la pollinaza. Se trabajó únicamente con pollinazas producidas sobre piso de cemento, debido a que la literatura señala que la pollinaza obtenida sobre piso de tierra no se recomienda para la alimentación animal (Vargas y Mata 1994, Bagley et al. 1996, Jacob et al. 1997) y a que, la tendencia en el país es a sustituir el piso de tierra por cemento.

De febrero a mayo de 1998, se recolectaron 26 muestras de pollinazas provenientes de las 4 empresas antes mencionadas, de las cuales, 19 muestras fueron de pollinaza con la cama de cascarilla de arroz y 7 fueron con la cama de viruta de madera.

Se tomó una muestra por galerón, inmediatamente finalizado el ciclo productivo de los pollos de engorde. Cada muestra estuvo representada por 10 muestras secundarias, obtenidas en 10 sectores diferentes del galerón, donde se hicieron mediciones de profundidad (en cm) y peso (en kg) de pollinaza; para tal fin se usó un recuadro de hierro (25 cm de lado x 10 cm de profundidad). El espesor se obtuvo por medio de las mediciones de profundidad (en cm) en 30 sectores diferentes del galerón. Las muestras secundarias fueron homogenizadas mecánicamente, de donde se obtuvo una muestra principal, de 1 kg de peso. Luego se colocaron en bolsas individuales de polietileno previamente identificadas, selladas herméticamente y almacenadas hasta su análisis respectivo.

Los contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y contenido de cenizas (Cs), se analizaron según las técnicas establecidas por la A.O.A.C. (1990). El calcio (Ca), se determinó mediante la espectrofotometría de absorción atómica (Fick et al. 1979). Los niveles de fósforo (P), por medio del procedimiento colorimétrico (Fick et al. 1979). La fibra neutro detergente (FND), la fibra ácido detergente (FAD), la hemicelulosa, la celulosa y la lignina, se determinaron según la metodología descrita por Goe-

ring y Van Soest (1970). Los carbohidratos no estructurales (CNE), se estimaron mediante la metodología descrita por Van Soest et al. (1991). Todas las muestras se analizaron por duplicado.

Se aplicó un análisis de regresión lineal simple y múltiple a los datos de espesor de la cama (cm) y densidad de pollos alojados (pollos/m²), con la finalidad de predecir la producción de pollinaza de un galerón (kg/m²).

RESULTADOS Y DISCUSION

Disponibilidad

El Cuadro 1 presenta algunas características de alojamiento de pollos de engorde en Costa Rica. El 80% de la cama de los galerones estaba constituida por cascarilla de arroz y 20%

por cama de viruta de madera. Esto se debe a la alta disponibilidad, facilidad de manejo y transporte de la cascarilla de arroz.

La densidad de pollos alojados y la producción de pollinaza presentaron valores promedios de 12.3 y 10.8 pollos/m² y de 15.3 y 14.8 kg/m² para la cama de cascarilla de arroz y de viruta de madera, respectivamente.

Los galerones con densidades de pollos alojados ≤ a 12.5 exhibieron producciones menores de pollinaza (14.3 kg/m²), que aquellos con densidades > a 12.5 pollos/m² cuya producción fue de 16 kg/m² (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con los señalados por Ruiz y Ruiz (1977), donde a mayor densidad de pollos, mayor es la producción de pollinaza, debido a una mayor deposición de excreta.

El área instalada de galerón para la producción de pollos fue de 591 333 m², de los cua-

Cuadro 1. Algunas características del alojamiento de pollos de engorde en piso de cemento en Costa Rica.

	Tipo de cama		Total (26)**
	Cascarilla de arroz (19)**	Viruta de madera (7)**	
Tipo de cama del galerón %	80.0	20.0	100.0
Densidad de pollos (pollos/m ²)	12.3±1.2	10.8±2.3	11.9±1.7
Espesor de la cama* (cm)	3.3±0.5	3.5±0.6	3.4±0.5
Peso de la pollinaza* (kg/m ²)	15.3±2.7	14.8±2.7	15.2±2.6

± desviación estándar.

* Medidas tomadas un día después de haber sacado los pollos para el matadero.

** Valores entre paréntesis indican el número de muestras tomadas.

Cuadro 2. Efecto de la densidad de pollos alojados sobre la producción de pollinaza en Costa Rica (% base seca).

	Densidad (pollos/m ²)	
	≤12.5 (13)*	> 12.5 (13)*
Densidad de pollos (pollos/m ²)	10.7±1.5	13.2±0.4
Espesor de la cama (cm)	3.3±0.5	3.4±0.5
Peso de la cama (kg/m ²)	14.3±2.3	16.0±2.7

± desviación estándar.

* Valores entre paréntesis indican el número de muestras analizadas.

les 66% está en piso de tierra y 34% en piso de cemento (Cuadro 3). La cantidad de pollos alojados/año en piso de cemento se estimó en 14.4 millones, los cuales producen 18 421 ton/año de pollinaza. Esta alta disponibilidad de pollinaza en piso de cemento justifica su uso como ingrediente en raciones para rumiantes. La producción de pollinaza (kg/pollo/ciclo) en piso de cemento, fue de 1.28 kg en base fresca (Cuadro 3). Muriello (1996) estimó en Costa Rica, una producción de pollinaza similar (1.15 kg pollo/ciclo). Malone et al. (1992) y Fontenot et al. (1996) en EEUU, reportaron valores de 1 y 1.05 kg de

Cuadro 3. Disponibilidad de pollinaza en Costa Rica.

	Tierra	Cemento	Total
Tipo de piso del galerón (%)	66 ^a	34 ^a	100
Area instalada de galerones (m ²)	389.345	201.988 ^a	591.333 ^a
No. de pollos alojados (año)	28.154.057	14.421.943 ^c	42.576.000 ^b
No. de ciclos de producción (año)	6	6	6
Producción de pollinaza año (kg)	ne	18.421.306 ^d	ne
Producción de pollinaza (kg/pollo)	ne	1.28 ^e	ne

ne= no estimado

^a dato aportado por la encuesta

^b dato aportado por la Cámara de avicultores de Costa Rica en febrero de 1997.

^c valor estimado: 201988*11.9 (densidad obtenida)*6 (No. de ciclos).

^d valor estimado: 201988*15.2 (kg pollinaza por m² obtenida)*6 (No. de ciclos).

^e valor obtenido: ^d/_c

pollinaza (pollo/ciclo), respectivamente. Se evidenció una diferencia de 0.2 kg, aproximadamente, entre las mediciones hechas en Costa Rica contra las realizadas en los EE UU. Estas diferencias en producción de pollinaza pudieron estar influenciadas en mayor grado, por el tipo y cantidad del material usado como cama en las galeras.

Estimación de la producción

Ecuaciones de regresión. A partir de los datos de espesor de la cama (cm) y la densidad de pollos alojados (pollos/m²), se generaron ecuaciones de regresión lineal simples y múltiples con el objeto de estimar la producción de pollinaza sobre piso de cemento. Las cuales se presentan a continuación.

Producción de pollinaza
kg/m²= -0.021+4.51 (espesor de la cama) R²=0.71

Producción de pollinaza
kg/m²= -5.44+3.94 (espesor)+0.61 (densidad) R²=0.85.

Composición química

El Cuadro 4 presenta la composición de la pollinaza. El contenido de MS fue de 84.1%, se

observó variaciones entre la pollinaza con la cama de cascarilla de arroz (85.5%) y la cama de viruta de madera (80.2%). Estos valores promedio de MS son muy similares a los encontrados por Vargas y Mata (1994) en Costa Rica, para pollinazas con la cama de cascarilla de arroz y de viruta de madera (86.3 y 83%), respectivamente. La mayoría de las estimaciones encontradas en la literatura, mencionan valores de MS por encima de 80% (Vargas y Mata 1994). Bagley et al. (1996) señalan que los niveles de MS aceptables de pollinaza deben estar entre 75 y 88%, para facilitar el almacenamiento y manejo de este material.

Se encontró una mayor concentración de MS en la pollinaza proveniente de galerones con mayor densidad de pollos alojados. Estos resultados no coincidieron con los indicados por Ruiz y Ruiz (1977) quienes indicaron que a mayor densidad de pollos alojados, menor contenido de MS en la pollinaza.

Las variaciones en el contenido de PC citadas en la literatura, son muy altas y van desde 17.2% (Vargas y Mata 1994) hasta 31.3% (Fontenot et al. 1996). En este estudio, el valor promedio de PC fue de 33.6%, fluctuando de 34.9% en la pollinaza con la cama de cascarilla de arroz a 30% con la cama de viruta de madera. Esta mayor concentración de PC, posiblemente se debió

Cuadro 4. Composición química y fraccionamiento de la pared celular de la pollinaza, según el tipo de cama (% base seca).

Fracciones y nutrimentos	Tipo de cama		Promedio
	Cascarilla de arroz(19)*	Viruta de madera (7)*	Total (26)*
Materia seca	85.5±2.9	80.2±4.7	84.1±4.1
Proteína cruda	34.9±2.6	30.0±3.0	33.6±3.4
Extracto etéreo	4.8±1.0	4.4±1.3	4.7±1.1
Cenizas	14.9±0.8	13.4±1.2	14.5±1.1
Calcio	2.8±0.7	2.1±0.8	2.6±0.8
Fósforo	1.1±0.1	1.1±0.2	1.1±0.1
FND	34.9±3.3	37.9±4.9	35.7±3.9
FAD	21.4±1.7	25.0±5.4	22.4±3.4
Hemicelulosa	13.6±2.6	12.8±3.8	13.4±2.9
Celulosa	15.0±1.0	17.4±3.5	15.6±2.2
Lignina	4.1±0.6	6.9±2.1	4.9±1.7
CNE	10.4±2.3	14.4±2.4	11.5±2.9

± desviación estándar.

FND= fibra neutro detergente.

FAD= fibra ácido detergente.

CNE= carbohidratos no estructurales.

* Valores entre paréntesis indican el número de muestras estudiadas.

a que la muestra se tomó inmediatamente después de finalizado el ciclo productivo de los pollos de engorde, lo que evitó pérdidas importantes de PC por degradación bacteriana del nitrógeno. Jacob et al. (1997) indicaron pérdidas importantes de PC en pollinaza almacenada, debido a la volatilización del N por crecimiento bacteriano. Smith (1974) mencionó una ligera disminución en la concentración de N en los períodos largos de acumulación. Bagley y Evans (1998) indicaron que altas temperaturas y excesiva humedad relativa de los galерones, facilita la volatilización del N. La diferencia en el contenido de PC, entre los 2 tipos de cama, posiblemente se debió a la mayor concentración proteica de la cascarilla de arroz con un 3% en comparación a un contenido de 0.6% en la viruta de madera (Park et al. 1995).

El contenido de PC fue mayor para la pollinaza proveniente de los galерones con densidades de pollos alojados superiores a 12.5 pollos/m². Estos resultados coincidieron con los observados por Ruiz y Ruiz (1977) quienes indicaron que la densidad está positivamente relacionada con el contenido de proteína cruda, debido a la mayor cantidad de eyecciones, que contienen una alta concentración de proteína cruda.

El tipo de cama no afectó el contenido de EE, sin embargo, estos valores fueron superiores a los citados por Egaña et al. (1989), Flachowsky y Hennig (1990), Vargas y Mata (1994), Fontenet et al. (1996). Los niveles elevados de extracto etéreo encontrados en este estudio, posiblemente se debieron al tipo de grasa (aceite de palma africana con alto grado de saturación) incorporadas a las raciones que recibieron los pollos. Este tipo de grasa presenta una digestibilidad menor que otras fuentes de aceites vegetales con alta concentración de aceites insaturados (Zumbado et al. 1994). La densidad (pollos/m²) no influyó en los niveles promedio de extracto etéreo de las pollinazas analizadas (Cuadro 5).

Los niveles de cenizas encontrados fueron semejantes a los señalados por Egaña et al. (1989) en pollinaza de piso de cemento. La literatura indica una gran variación en el contenido de cenizas de la pollinaza, lo cual se debe principalmente al tipo y la cantidad del material usado en la cama, a la contaminación por tierra al momento de remover la tierra de los galерones y a la densidad de pollos presentes en el galерón (Ruiz y Ruiz 1977, Egaña et al. 1989, Bagley et al. 1996, Jacob et al. 1997).

Cuadro 5. Composición química y fraccionamiento de la pared celular de la pollinaza, según la densidad de pollos alojados (% base seca).

Fracciones y nutrientes	Densidad (pollos/m ²)	
	≤12.5 (13)*	> 12.5 (13)*
Materia seca	83.5±4.9	84.6±3.3
Proteína cruda	32.9±4.4	34.2±2.1
Extracto etéreo	4.7±1.5	4.7±0.5
Cenizas	14.1±1.3	14.9±0.7
Calcio	2.5±0.9	2.8±0.7
Fósforo	1.1±0.1	1.2±0.1
FND	36.9±3.9	34.6±3.7
FAD	23.9±4.1	20.8±1.6
Hemicelulosa	13.0±3.1	13.8±2.7
Celulosa	16.5±2.7	14.7±1.0
Lignina	5.6±2.2	4.1±0.6
CNE	11.4±3.2	11.6±2.8

± desviación estándar

FND= fibra neutro detergente

FAD= fibra ácido detergente

CNE= carbohidratos no estructurales

* Valores entre paréntesis indican el número de muestras estudiadas.

El nivel de Ca de la pollinaza recolectada (2.6%) fue similar al reportado por Fontenot et al. (1996) y fue afectado por el tipo de cama. Esta variación fue influenciada por la mayor densidad de pollos alojados en las muestras recolectadas en cama de cascarilla de arroz, en comparación a las pollinazas recolectadas en cama de viruta de madera (Cuadro 1). Vargas y Mata (1994) indicaron valores más altos de Ca para ambos tipos de pollinazas, con una variación de 0.5 unidades porcentuales a favor de la pollinaza con cama de viruta de madera.

Preston y Leng (1989) señalaron que los altos contenidos de Ca pueden limitar su nivel de utilización, ya que la mayor concentración de este elemento puede causar toxicidad e imbalance con otros minerales. El National Research Council (1980) recomienda para bovinos un consumo máximo de Ca de 2% del total de la materia seca. En condiciones prácticas de alimentación, donde los niveles de consumo de la pollinaza difícilmente exceden al 50% del consumo total de MS, es poco probable llegar a la concentración de Ca señalada por el National

Research Council, con las pollinazas producidas en piso de cemento.

El contenido de P se mantuvo en concentraciones similares para ambos tipos de pollinaza y no se observó efecto por la densidad de pollo alojado. Los valores promedio obtenidos fueron menores a los señalados en la literatura por Egaña et al. (1989), Flachowsky y Henning (1990), Vargas y Mata (1994) y Fontenot et al. (1996).

Componentes fibrosos

El contenido de FND y FAD de las pollinazas estudiadas fue de 35.7 y 22.4%, respectivamente (Cuadro 4). Estos resultados fueron similares a los señalados por Patil et al. (1995). Otros autores mencionan valores superiores de FND y FAD (Egaña et al. 1989; Rude y Rankins Jr. 1993). Otros componente de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina) mostraron valores en el rango señalado en la literatura por Egaña et al. 1989 y Patil et al. 1995. El contenido de carbohidratos no estructurales (CNE) fue de 11.5%, el cual se consideró un valor bajo. Camacho (1998) indicó valores superiores en excretas de cerdos (18.2%).

Los niveles de FND, FAD, lignina y celulosa, fueron mayores para la pollinaza con la cama de viruta de madera, lo cual está relacionado con una mayor concentración de estos componentes en la viruta de madera (Park et al. 1995).

Las muestras de pollinaza con densidades de pollos alojados mayores a 12.5 pollos/m² mostraron una menor concentración de FND, FAD, celulosa y lignina, que las muestras con densidades menores o iguales a 12.5 (pollos/m²). Esto posiblemente se debió a la mayor deposición de excretas por unidad de área, que diluye las altas concentraciones de elementos fibrosos de la cama. La densidad tuvo poca influencia en los niveles de CNE (Cuadro 5).

LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 15th. Ed. Arlington, Virginia. 1298 p.

- BAGLEY, C.; EVANS, R.; BURDINE, W. 1996. Broiler litter as a fertilizer of livestock feed. *J. Prod. Agric.* 9:342-346.
- BAGLEY, C.; EVANS, R. 1998. Broiler litter as a feed or fertilizer in livestock operations. Mississippi State University, Extension Service. 1-12 p.
- CAMACHO, I. 1998. Valoración nutricional de cerdazas de diferentes etapas productivas y la digestibilidad *in vitro* de estas y sus mezclas con subproductos agroindustriales. Tesis M.Sc. San José, Costa Rica. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 92 p.
- EGAÑA, J.; HAARDT, E.; PIZARRO, F. 1989. Factores determinantes de la composición química y valor nutritivo de las camas de broiler. I. Efecto del tipo de piso del galpón. *Arch. Med. Vet.* 22(2):145-149.
- FICK, K.; McDOWELL, L.; MILES, P.; WILKINSON, N.; FUNK, J.; CONRAD, J. 1979. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. 2nd ed. University of Florida, Gainesville. p. 601-601-3, 701-701-3.
- FLACHOWSHY, G.; HENNIG, A. 1990. Composition and digestibility of untreated and chemically treated animal excreta for ruminant. A review. *Biological Wastes* 31:17-26.
- FONTENOT, J.; AYANGBILE, G.; ALLEN, V. 1996. Potential for recycling animal waste by feeding to reduce environmental contamination. *In: Nutrient Management of Food Animals to Enhance and Protect the Environment.* Ed. by E.T. Kornegay. Lewis Publishers. New York. EEUU. p. 199-217.
- GOERING, H.; VAN SOEST, P. 1970. Forage fiber analyses. Agricultural Research Service. Washington, EEUU. Handbook 379. 20 p.
- JACOB, J.; KUNKLE, W.; TERVOLA, R.; MILES, R.; MATHER, F. 1997. Broiler Litter, Part 1: A feed ingredient for ruminant. University of Florida. Institute of Food Animal and Agricultural Science. Florida Cooperative Extension Service, PS-13, 1-5 p.
- MALONE, G.; GEDAMU, N.; SIMS, J. 1992. Delmarva broiler production rate. *Poultry Science* 71:52 (abstract).
- MURILLO, T. 1996. Manejo de residuos en la industria avícola. *In: X Congreso Agronómico Nacional.* [Memorias]. p. 65-69.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1980. Mineral tolerance of domestic animals. Subcommittee on Mineral Toxicity in Animal. National Academy Press. Washington, D.C. National Academic of Science.
- PARK, K.; GOETSCH, A.; PATIL, A.; KOUAKOU, B.; JOHNSON, Z. 1995. Composition and *in vitro* digestibility of fibrous substrates placed in deep-stacked broiler litter. *Animal Feed Science and Technology* 54:159-174.
- PATIL, A.; GOETSCH, A.; KOUAKOU, B.; GALLOWAY Sr., D.; FORSTER Jr., L.; PARK, K. 1995. Effects of corn vs. corn plus wheat in forage-based diets containing broiler litter on feed intake, ruminal digesta characteristics and digestion in cattle. *Animal Feed Science and Technology* 55:87-103.
- PRESTON, T.; LENG, D. 1989. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Consultoría para el Desarrollo Integrado en el Trópico (CONDRIT). Cali, Colombia. p. 163-198.
- RUDE, B.; RANKINS Jr., D. 1993. Evaluation of bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and johnsongrass (*Sorghum halapense*) as alternatives to corn forage (*Zea mays*) for ensiling with poultry litter. *Animal Feed Science and Technology* 44:101-111.
- RUIZ, M.; RUIZ, A. 1977. Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. I. Disponibilidad de la gallinaza en Costa Rica. *Turrialba* 27(4):361-369.
- SMITH, L. 1974. Dehydrated poultry excreta as a crude protein supplement for ruminants. *World Animal Review* 11:6.
- VAN SOEST, P.; ROBERTSON, J.; LEWIS, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3591.
- VARGAS, E.; MATA, L. 1994. Utilización de las excretas de aves en la alimentación de los rumiantes. *Nutrición Animal Tropical (C.R.)* 1:59-71.
- ZUMBADO, M.; GUTIERREZ, C.; PEREZ, E. 1994. Utilización de grasas y sus subproductos en alimentación avícola. *Nutrición Animal Tropical (C.R.)* 1:43-58.