

Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos.

I. Disponibilidad, composición química y digestibilidad de la gallinaza en Costa Rica* ————— M. E. RUIZ, A. RUIZ**

ABSTRACT

A total of 86 samples of layer litter and 41 samples of broiler litter were taken from different poultry operations in Costa Rica, representing 38.9 and 39.6 per cent of the total populations, respectively. The objectives of this research were to study the effects of type of operation, time of accumulation, population density and depth of bedding material on the chemical composition and digestible dry matter content of poultry litter.

Most commercial poultry farms are located in the Central Plateau of Costa Rica (88.4% of the total poultry population) which makes it possible to efficiently obtain nearly 60,000 metric tons of poultry feces (equivalent to 67,000 metric tons of poultry litter) per year for cattle feeding.

Compared to broiler litter, layer litter has a lower crude protein content (16.2 vs. 23.6%), and high dry matter (92.1 vs. 82.8%) and ash (28.9 vs. 17.5%) contents. Nevertheless, no differences were found in dry matter digestibility (50%). The high ash content of poultry litter imposes a certain limitation on its use in intensive animal feeding systems. Broiler litter was highly variable in its chemical composition, and batch chemical analysis should be carried out before using.

Apart from type of bird, time of accumulation is the main factor affecting the chemical composition of poultry litter. Crude protein content in poultry litter increases rapidly during the first weeks of accumulation. However, losses of N through volatilization also increase and are equal to N deposition rate at 8 months in layer litter and 9 weeks in broiler litter. After these points, crude protein content of poultry litter decreases with increased accumulation, since losses are greater than depositions.

Ash content increases logarithmically as time of accumulation increases, especially if the birds are raised on dirt floors.

Population density is positively related to crude protein and ash content of poultry litter. It also affects the dry matter content negatively. These results are explained by the higher rate of fecal deposition per unit area as population density increases.

No significant effect was detected for depth of bedding material. It is possible that the range of depths studied (10-15 cm) was too narrow to allow for the detection of significant effects.

Crude protein and ash content are the main components affecting the digestibility of poultry litter dry matter.

Introducción

* Recibido para publicación el 29 de agosto de 1977.

** Nutricionista y Asistente de Investigación, respectivamente. Departamento de Ganadería Tropical, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

CONSIDERANDO el alto valor nutritivo de los ingredientes usados en la formulación de raciones de aves, se podría esperar que las excretas

de ave* contengan una cantidad apreciable de nutrientes utilizables por el rumiante. Un nutrimento de la gallinaza, de alto valor potencial para el rumiante es el nitrógeno, aunque el 50 por ciento de éste está en forma no proteica, del cual el ácido úrico forma alrededor del 50 por ciento (3). Sin embargo, Oltjen *et al* (6), han demostrado que el ácido úrico puede ser utilizado por los microorganismos del rumen para las síntesis de proteína.

Muchos factores pueden afectar la tasa de producción de gallinaza. Sin embargo, es posible obtener estimaciones confiables acerca de su producción. Se ha establecido que la excreta fresca de gallina contiene alrededor de 75 por ciento de agua (4, 9). El peso de la excreta depositada por una gallina confinada en jaula durante 24 horas es de 138 g, o sea, alrededor de 50 kg de excreta/ave/año, equivalente a 12,5 kg de materia seca al año/ave (4, 9). Se ha encontrado que únicamente el 19 por ciento del nitrógeno consumido por el ave se usa en la producción y formación del cuerpo, siendo el restante expulsado en las heces y orina (4). El rescate de este nutrimento y su utilización por el rumiante, no sólo resolvería problemas de contaminación y desecho, sino que también contribuiría a reducir las necesidades de alimentos nitrogenados para ruminantes en los países americanos tropicales. Sin embargo, es necesario contar inicialmente, con información acerca de su disponibilidad y factores que afectan la composición química de este residuo. Este tipo de información no existe o es muy escasa en los países tropicales americanos. En vista de esta situación se planteó el presente trabajo con los objetivos de: a) estimar la producción disponible de gallinaza en Costa Rica; b) evaluar la variación en su composición química por efecto del tipo de explotación, naturaleza del material de cama, densidad de población, y tiempo de acumulación; y c) determinar la digestibilidad *in vitro* de la gallinaza, en función de los factores anteriormente mencionados.

Materiales y métodos

Mediante la colaboración de la Dirección General de Estadística y Censos de Costa Rica, se obtuvieron los siguientes datos:

- a) Número de explotaciones avícolas de postura y engorde en Costa Rica;
- b) Localización por provincia, cantón y distrito de dichas explotaciones;
- c) Número total de ponedoras y aves menores de seis meses por provincia, cantón y distrito

* Para efectos de definición se hace necesario una diferenciación entre excreta y gallinaza. Excreta es el excremento puro, obtenido de gallinas o pollos enjaulados, mientras que gallinaza es el producto resultante de la acumulación de excreta, plumas y alimento desperdiciado sobre un material usado como cama.

La población comercial de ponedoras se calculó mediante la diferencia entre la población total de ponedoras y la población de ponedoras fuera de fincas, utilizando para ello los resultados del Censo Agropecuario de 1973 (5). La población comercial de pollos de engorde se calculó restando de la población total de aves menores de seis meses de edad, la proporción fuera de finca. El resultado incluye tanto hembras de reemplazo como pollos de engorde. Considerando que el reemplazo de gallinas ponedoras es del 30%, consecuentemente se sustrajo esta cantidad de la población de aves menores de seis meses dentro de la finca, obteniéndose así el número de aves de engorde por parvada. También se consideró que los datos del censo representan una fracción de la producción anual de pollos de engorde, ya que es muy común entre granjeros el producir de 4 a 5 parvadas por año; por lo tanto, la población de pollos de engorde, calculada a partir de los datos del censo, se multiplicó por cuatro.

La producción anual de gallinaza en la Meseta Central se calculó considerando la población total de aves de la zona, según el tipo de explotación. Multiplicando la población por la unidad de superficie promedio normalmente asignada por ave (0,20 m²/ponedora y 0,10 m²/pollo), se obtuvo el área total ocupada por aves. El área se cubrió con el grosor inicial de cama promedio de 15 cm en ponedoras y 10 cm en pollos de engorde.

Por otro lado, se calculó la densidad de la viruta mediante varios muestreos (52,3 kg/m³), lo que se utilizó para calcular el peso del total de viruta necesario para mantener la población avícola de la Meseta Central. Finalmente, se calculó la producción anual de excreta a partir de datos encontrados en la literatura (4, 9) que luego fue sumada al peso total de la viruta. El resultado se consideró como la cantidad de gallinaza total que se produce en la Meseta Central.

Se muestrearon 18 explotaciones de postura, con una población total de 477.106 ponedoras, y 10 explotaciones de engorde con una población de 586.660 pollos. Estas poblaciones representan 38,9 y 39,6 por ciento de la población nacional de ponedoras y de pollos, respectivamente.

Se tomaron 88 muestras de gallinaza de ponedoras y 42 muestras de gallinaza de pollos de engorde. Estas fueron tomadas verticalmente hasta tocar suelo en diferentes partes de un mismo gallinero y se clasificaron según el tipo de explotación, tiempo de acumulación, densidad de población, tipo de cama y manejo. Las muestras recolectadas fueron colocadas en bolsas individuales de polietileno y selladas a calor. Las muestras se mantuvieron en congelación hasta el momento de su análisis químico, tratando de reducir a un mínimo las pérdidas de humedad, nitrógeno y material orgánico.

Se realizaron análisis de proteína, ceniza y materia seca según el método proximal (2). La digestibilidad fue determinada por el método de dos fases de Tilley y Terry (10).

Los datos obtenidos dentro de cada tipo de explotación avícola fueron analizados por regresión, tratando de establecer relaciones entre las variables que se presentan en el Cuadro 1.

Resultados y discusión

Producción y disponibilidad de gallinaza

Según los datos obtenidos de la Oficina de Estadística y Censos (5), la población avícola comercial de Costa Rica es de alrededor de 6 millones de aves. Como se puede apreciar en la Fig. 1, la mayor parte se encuentra en la Meseta Central, donde la población avícola constituye el 88,35 por ciento de la población total del país. Las posibilidades de procesar e industrializar la gallinaza son altas, ya que la mayoría de las aves se encuentran concentradas en una zona de tamaño reducido, donde las obras de infraestructura son abundantes y las vías de comunicación con las principales zonas agropecuarias del país son buenas.

La producción anual de excreta y gallinaza en la Meseta Central, según el tipo de explotación, se presenta en el Cuadro 2.

Del Cuadro 2 se puede deducir que la cantidad de gallinaza en base seca es bastante considerable, por lo que se justificaría el tratar de hallar un sistema de utilización de este subproducto en la alimentación animal.

Se encontró que existe una gran variabilidad en la composición y digestibilidad de la materia seca de la gallinaza proveniente de pollos de engorde, siendo esta variabilidad el doble de la encontrada en la de ponedoras (Cuadro 3).

La discusión de los resultados del Cuadro 3 se realizará en los siguientes párrafos.

Efecto del tipo de explotación

Tanto el contenido de humedad como el contenido de proteína cruda (PC) fue mayor para la gallinaza proveniente de explotaciones de engorde, en comparación con las de postura, confirmando los resultados obtenidos por Eno (4) y Parker *et al.* (7). El mayor con-

Cuadro 1—Lista de variables en estudio

Variabtes independientes	Variabtes dependientes
Tiempo de acumulación	Contenido de materia seca
Densidad de población	Contenido de proteína, en base seca
Tipo y grosor inicial del material de cama	Contenido de ceniza, en base seca
	Digestibilidad de la materia seca

Cuadro 2.—Producción anual de gallinaza en la meseta central durante el año de 1973.

Tipo de explotación	Número de de aves	Excreta, TM de MS	Equivalente en gallinaza TM de MS
Ponedoras	1 019 114	12 687	15 904
Pollos de engorde	4 416 936	46 946	51 593



Fig. 1. Distribución de la población avícola de Costa Rica.

tenido de proteína de la gallinaza de pollos de engorde es causado por la mayor densidad de población usada en su producción, lo que implica una mayor deposición de heces por unidad de área. Por otro lado, Andrews y McPherson (1) sugirieron, además de la densidad de población, la deposición de heces con un mayor contenido de PC, como consecuencia del uso de raciones de mayor contenido proteico en la alimentación de pollos de engorde. Sin embargo, la gran variabilidad existente en la PC de la gallinaza de pollos de engorde la hace poco confiable desde el punto de vista comercial, a menos que se someta a algún proceso de uniformización proteica.

El mayor contenido de ceniza de la gallinaza de ponedoras podría explicarse por el mayor contenido de minerales de las raciones que comercialmente se usan

en la producción de huevos, y por el hecho de que parte de las muestras analizadas, en pollos de engorde, provenían de granjas de piso de concreto. Se ha encontrado que sobre piso de tierra, este material puede llegar a constituir hasta el 25 por ciento del contenido de ceniza (9). En Panamá, la gallinaza de pollos de engorde, criados en piso de tierra, contiene 45,2 por ciento de ceniza (8). Obviamente, el contenido de ceniza de la gallinaza impone un limitante en el grado en que puede incorporarse en una ración.

Las digestibilidades de la materia seca (DMS) de ambos tipos de gallinaza fueron semejantes, aunque fue más variable en el caso de los pollos de engorde. Considerando el periodo de formación de la gallinaza de pollo (9-10 semanas), es de esperar que este material se encuentre en una fase de inestabilidad fermentativa, lo cual causaría diferentes grados de descomposición de la fibra, afectando así la digestibilidad total del material.

Efecto del tipo de material de cama

No se lograron determinar diferencias significativas en el contenido de humedad de la gallinaza a consecuencia del tipo de material de cama. Sin embargo, se detectaron diferencias significativas, debidas al tipo de material, en cuanto al contenido de PC, ceniza y DMS (Cuadro 3). Es muy posible que el alto contenido de ceniza en la cascarilla de arroz (20%) sea la causa del mayor contenido de ceniza encontrado en las muestras de gallinaza formadas sobre este tipo de material. La mayor digestibilidad impartida por la cascarilla de arroz es indicativo de que la viruta es un material muy inerte, poco aprovechable por el rumiante. Es necesario mantener cautela en estas comparaciones, ya que el número

de muestras analizadas para el caso de la cascarilla de arroz fue pequeño ($n=14$), y todas provenían de una misma granja, por lo que no es posible asegurar que éstas eran representativas de gallinaza producida sobre una cama de cascarilla de arroz.

Efecto del tiempo de acumulación

En las Figuras 2 y 3 se puede notar un rápido aumento en el contenido de PC durante las primeras semanas de acumulación, para luego comenzar a declinar ligeramente conforme aumenta el tiempo de acumulación.

Durante las primeras semanas, la cantidad de nitrógeno que es depositada con las heces enriquece rápidamente el contenido de nitrógeno de la mezcla total (gallinaza). Este efecto paulatinamente disminuye a medida que la concentración total de nitrógeno aumenta. Teóricamente, debería alcanzarse un valor asintótico; sin embargo, esto no sucede y más bien ocurre una ligera disminución en la concentración de nitrógeno a periodos extensos de acumulación, lo que indica que también ocurren pérdidas de nitrógeno por volatilización (9). Estas pérdidas llegan a ser más importantes que la deposición nitrogenada, a los ocho meses en explotaciones de postura y nueve semanas en las de engorde.

Desde el punto de vista práctico, la disminución en el porcentaje de PC en la gallinaza de pollos de engorde no es importante. En el caso de las ponedoras, sería mejor cosechar la gallinaza a los ocho meses de formación. Sin embargo, los costos adicionales y un sacrificio en la digestibilidad de la gallinaza, hacen que esta posibilidad se elimine en favor de la práctica común de cosechar al final del ciclo de postura.

Cuadro 3 — Composición química y digestibilidad *in vitro* de la gallinaza.*

Material de cama	POSTURA				ENGORDE	
	Viruta (n=72)		Cascarilla de arroz (n=14) **		Viruta (n=41)	
Fracción:	\bar{X} ***	D E	\bar{X} ***	D E	\bar{X} ***	D E
Materia seca (M.S.), W	92,1 _a	2,2	90,7 _a	2,6	82,8 _b	5,4
Proteína cruda, % de M.S.	16,2 _a	2,2	17,0 _b	1,0	23,6 _c	4,9
Ceniza, % de M.S.	28,9 _a	6,6	31,9 _b	4,1	17,5 _c	6,0
Digestibilidad, % de M.S.	50,3 _a	8,9	65,0 _b	6,0	50,0 _a	12,3

* Incluye todas las muestras tomadas, sin importar el tiempo de acumulación, densidad de población ni grosor inicial de la cama.

** Los diecisiete datos fueron tomados de una sola granja, por lo que para cada muestra solo varió el tiempo de acumulación.

*** Datos con diferentes subíndices son significativamente diferentes ($P \leq 0,01$).

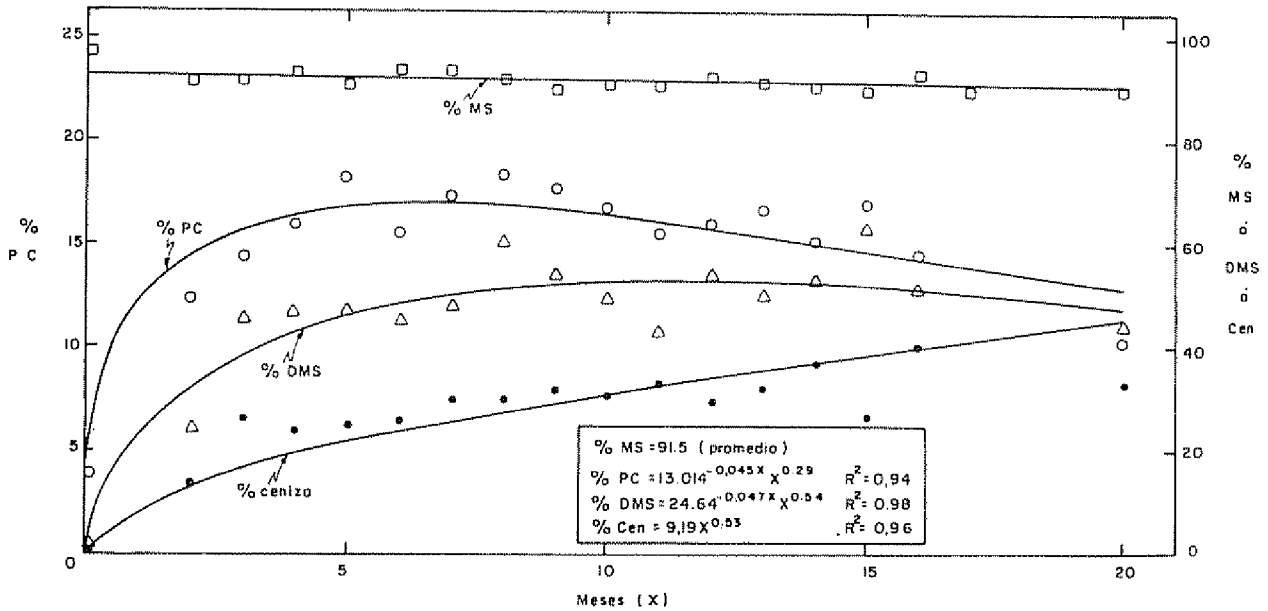


Fig. 2 Efecto del tiempo de acumulación sobre el contenido de materia seca (MS), proteína cruda en base seca (PC) y ceniza en base seca (Cen), y la digestibilidad de la materia seca (DMS) de gallinaza de ponedoras

El contenido de humedad de la gallinaza de ponedoras casi no cambia al aumentar el tiempo de acumulación (Fig. 2). Todo lo contrario, sucede con la de pollos de engorde, notándose un aumento en el contenido de humedad (Fig. 3). La mayor densidad de población usada en la producción de pollos de engorde puede ser la causa del mayor contenido de humedad de su gallinaza.

El contenido de ceniza tiende a aumentar logarítmicamente conforme aumenta el tiempo de acumulación (Figs. 2 y 3). Esto podría ser atribuido a dos causas: a) el efecto mezclante que tienen las aves al revolcarse en la cama, revolviendo este material con tierra, y b) la deposición constante de las heces, ricas en ceniza, aunado al efecto concentrante que produce la volatilización del nitrógeno y las pérdidas de material orgánico de la cama. Según Eno (4), la acumulación de heces puras durante un período de 4 a 10 semanas, puede resultar en pérdidas de hasta el 75 por ciento de nitrógeno y del 50 por ciento de la materia orgánica.

La DMS de la gallinaza tiende a aumentar exponencialmente conforme aumenta el tiempo de acumulación (Figs. 2 y 3). El aumento en el contenido de proteína y la descomposición que sufre el material de cama durante ese tiempo, pueden ser las causas de este aumento en digestibilidad, la cual tiende luego a disminuir hacia el final del ciclo de postura, principalmente a consecuencia de una disminución en el contenido de PC y a un aumento en el contenido de ceniza de la gallinaza (Fig. 3).

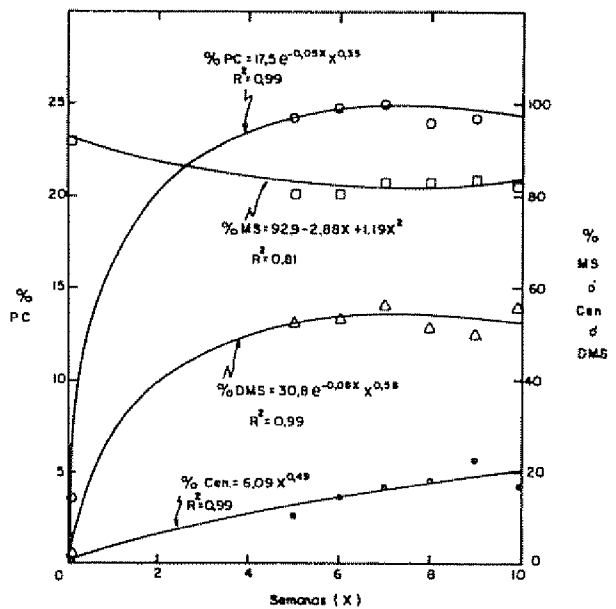


Fig. 3. Efecto del tiempo de acumulación sobre el contenido de materia seca (MS), proteína cruda en base seca (PC), y ceniza en base seca (Cen), y la digestibilidad de la materia seca (DMS) de la gallinaza de pollos de engorde

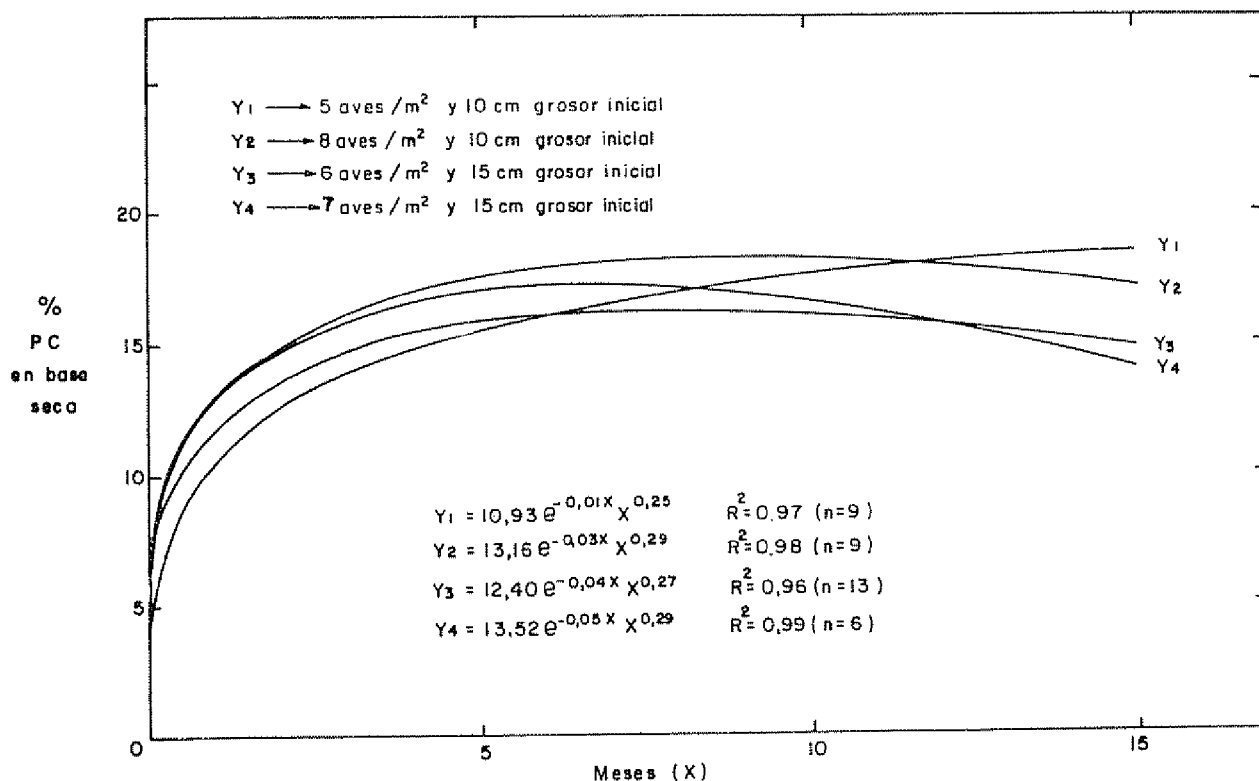


Fig. 4.—Efecto del tiempo de acumulación sobre el contenido de proteína (N x 6,25) en gallinaza de ponedoras, producida con distintas densidades de población y grosores de material de cama

Efecto de la densidad de población

El contenido de PC de la gallinaza tiende a ser mayor cuando aumenta la densidad de la población aviar debido, principalmente, a una mayor cantidad de heces depositada por unidad de área. Esto se aprecia claramente al comparar Y_1 vs. Y_2 y Y_3 vs. Y_4 en la Fig. 4. Como se mencionó anteriormente, el contenido de PC de la gallinaza aumenta con el tiempo de acumulación, hasta llegar a un punto en que la cantidad de nitrógeno que se agrega diariamente con las heces es igual que la que se pierde por volatilización, después de lo cual las pérdidas son mayores que las adiciones y el contenido de PC de la gallinaza desciende. Este fenómeno se ve afectado por la densidad de población, ya que ese punto de equilibrio nitrogenado del sistema debe alcanzarse en un tiempo menor al aumentar la densidad de población. Esta suposición está apoyada al comparar los puntos máximos en las curvas de la Fig. 4. En el caso de la gallinaza de pollos de engorde (Fig. 5), el contenido de PC no llega a alcanzar un valor máximo de saturación, probablemente debido al corto tiempo que dura el proceso de engorde (9-10 semanas)

No se logró detectar un efecto consistente de la densidad de población sobre el contenido de ceniza de la gallinaza. Aparentemente el contenido de ceniza aumenta al aumentar la densidad (Fig. 6), resultado muy lógico si se considera que las heces y el efecto mezclante de las aves al revolver el piso, son las fuentes principales de ceniza. En pollos de engorde, el efecto de la densidad de población sobre el contenido de ceniza pareciera ser el opuesto al que se propone en este párrafo (Fig. 7). La diferencia se explica por el hecho de que las muestras que se usaron para calcular Y_2 provenían de granjas con piso de concreto, por lo que se esperaría que el contenido de ceniza de las mismas sea menor, ya que no habría el efecto de la mezcla de la cama con la tierra.

No se pudo encontrar un efecto directo de la densidad de población sobre la digestibilidad de la gallinaza, aunque se encontró paralelismo entre las curvas de DMS y las de contenido de proteína, lo que da apoyo a la proposición que el principal factor que causa variación en la DMS total, es la cantidad de proteína presente en la gallinaza.

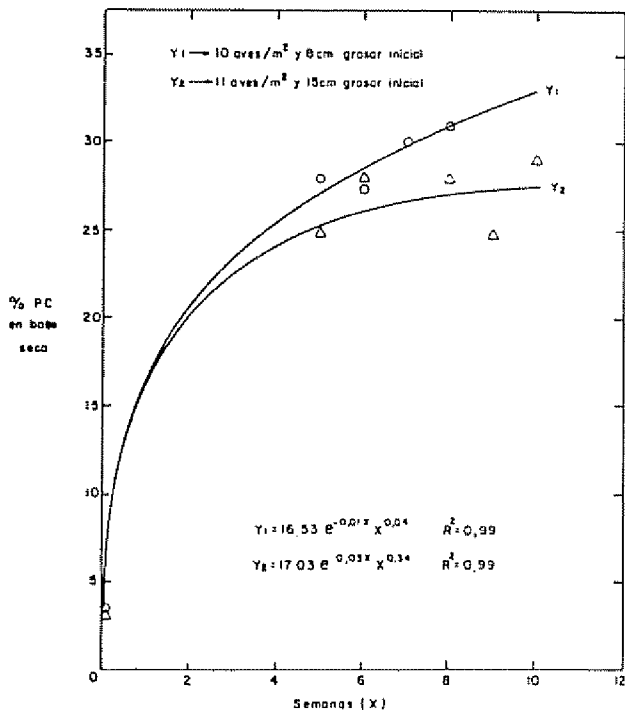


Fig. 5 —Efecto del tiempo de acumulación sobre el contenido de proteína (N ≈ 6.25) de gallinaza de pollos de engorde, producida con distintas densidades de población y grosores de material de cama.

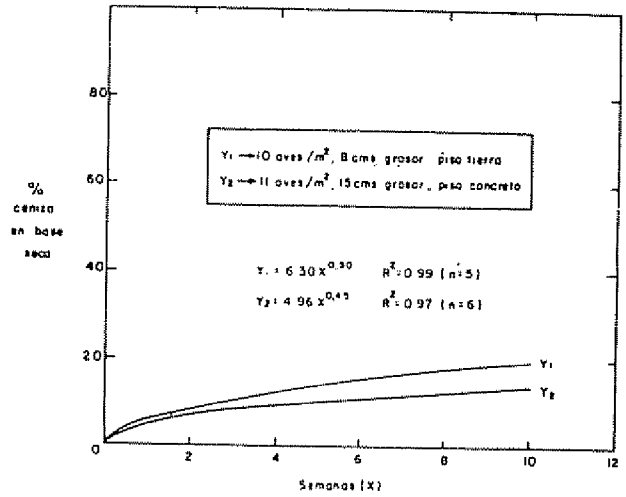


Fig. 6 —Efecto del tiempo de acumulación sobre el contenido de ceniza en gallinaza de ponedoras, producida con distintas densidades de población y grosores de material de cama.

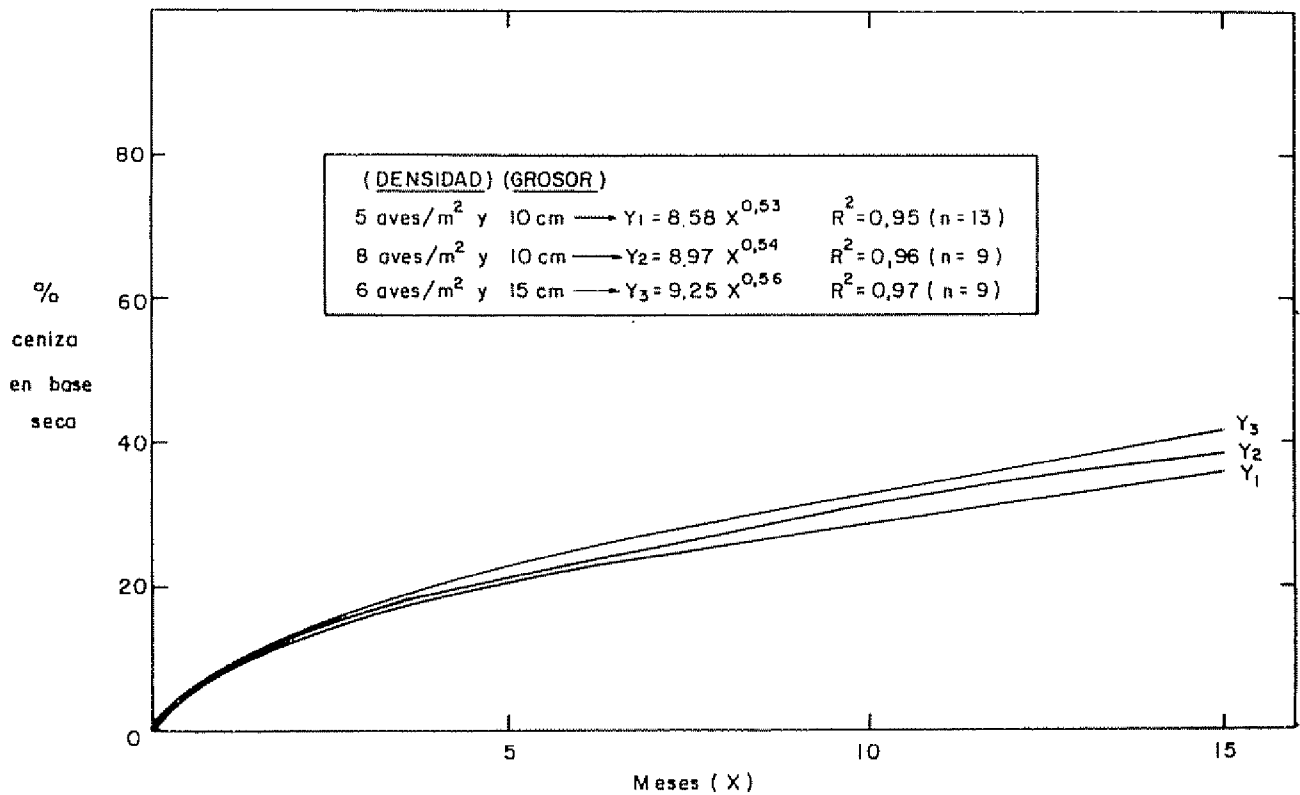


Fig. 7 —Efecto del tiempo de acumulación sobre el contenido de ceniza en gallinaza de pollos de engorde producida sobre distintos tipos de piso y grosores de material de cama.

Efecto del grosor inicial del material de cama

No se logró detectar ningún efecto significativo del grosor inicial del material de cama sobre cualquiera de los parámetros estudiados. Es muy posible que el rango de grosores estudiados (10 - 15 cm) no fuese lo suficientemente amplio, y que el efecto del grosor inicial haya sido enmascarado por los otros factores ya discutidos.

Conclusiones

1. El contenido de proteína de la gallinaza de pollos de engorde es mayor que el contenido de proteína de la gallinaza de ponedoras.
2. La gallinaza de pollos de engorde, en comparación con la de ponedoras, contiene menos materia seca y menos ceniza. Sin embargo, ambas son igualmente digeribles.
3. Además del tipo de explotación, el tiempo de acumulación es el principal factor que afecta la composición química de la gallinaza.
4. La densidad de población tiene un efecto positivo sobre el contenido de proteína cruda de la gallinaza.
5. La gallinaza producida sobre pisos de concreto contiene menos ceniza que la producida sobre pisos de tierra, aunque en ambos casos es alta, e impone una limitación al uso de la gallinaza como alimento.
6. Dada la gran variación que muestra la gallinaza de pollos de engorde en su composición química, se recomienda determinar su nivel de proteína y ceniza antes de su utilización.

Resumen

Se recolectaron 86 muestras de gallinaza de gallinas ponedoras y 41 muestras de gallinaza de pollos de engorde de diferentes explotaciones avícolas de Costa Rica, con el propósito de estudiar los efectos del tipo de operación, el tiempo de acumulación, la densidad de población y el grosor inicial de la cama, sobre la composición química y la digestibilidad de la materia seca de la gallinaza.

Las muestras recolectadas representan 38,9 y 39,6 por ciento de las poblaciones de ponedoras y pollos de engorde, respectivamente.

La mayoría de las explotaciones avícolas (88,4% de la población aviar total) se encuentran localizadas en la Meseta Central, lo que hace factible la industrialización y mercadeo de cerca de 67.000 toneladas métricas de gallinaza, las cuales podrían ser usadas en alimentación de bovinos.

En comparación con la gallinaza de pollos de engorde, la gallinaza de ponedoras tiene un menor contenido

de proteína cruda (16,2 vs. 23,6%, en base seca) y mayores contenidos de materia seca (92,1 vs. 82,8%) y de ceniza (28,9 vs. 17,5). No se encontraron diferencias en la digestibilidad de la materia seca (50%) debidas al tipo de explotación. El alto contenido de ceniza de la gallinaza en general, impone una limitante a su uso intensivo en alimentación animal. La gallinaza de pollos de engorde es un material muy variable en su composición química, por lo que se recomienda su análisis antes de ser usado como alimento.

Además del tipo de explotación, el tiempo de acumulación es el principal factor que afecta la composición química de la gallinaza. El contenido de proteína cruda de la gallinaza tiende a aumentar rápidamente durante las primeras semanas de acumulación. Sin embargo, las pérdidas de N por volatilización también aumentan y llegan a igualar las cantidades depositadas a los ocho meses para la gallinaza de ponedoras y nueve semanas en pollos de engorde. Después de estos puntos, el contenido de proteína cruda de la gallinaza disminuye al aumentar el tiempo de acumulación, debido a que las pérdidas se hacen mayores que las deposiciones.

El contenido de ceniza aumenta logarítmicamente conforme aumenta el tiempo de acumulación, especialmente si las aves son mantenidas sobre pisos de tierra.

La densidad de población está positivamente relacionada con el contenido de proteína cruda y ceniza de la gallinaza. También, afecta negativamente el contenido de materia seca. Estos resultados son explicados por la mayor deposición de heces por unidad de área conforme la densidad de población aumenta.

No se logró detectar ningún efecto significativo debido al grosor inicial del material de cama. Es posible que el ámbito de grosores estudiados fuera muy estrecho (10-15 cm), no permitiendo la detección de efectos significativos.

Tanto la proteína cruda como la ceniza son los factores principales que afectan la digestibilidad de la materia seca de la gallinaza.

Literatura citada

1. ANDREWS, L. D. y McPHERSON, B. N. Comparison of different types of material for broiler litter. *Poultry Science* 42:2-9. 1963.
2. BATEMAN, J. V. *Nutrición Animal: manual de métodos analíticos*. México, D.F., Herrero, 1970. 463 p.
3. BHATTACHARJEA, A. N. y TAYLOR, J. C. Recycling animal waste as a feedstuff: a review. *Journal of Animal Science* 41:1433. 1975.
4. ENO, C. F. *Chicken manure, its productions, value, preservation and disposition*. University of Florida Agricultural Experiment Station Circular S-140. 1962.

5. MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO. Censos Nacionales de 1973. Agropecuario 53. San José, Costa Rica Dirección General de Estadística y Censos 1974: 534 p.
6. OLIJEN, R. R. *et al.* Evaluation of urea, biuret, urea phosphate and uric acid as nonprotein nitrogen sources for cattle. *Journal of Nutrition* 94:193 1968.
7. PARKER, M. B., PERKINS, H. F. y FULLER, H. L. N, P and K content of poultry manure and some factors influencing its composition. *Poultry Science* 38:1154. 1959.
8. RUILOBA, E. De y RUIZ, M.E. Alimentos potenciales para el ganado en Panamá I. Subproductos y desechos de origen animal (en proceso de publicación)
9. SMITH, L. W. Dehydrated poultry excreta as a crude protein supplement for ruminants. *World Animal Review* 11:6 1974.
10. TILLEY, J. M. y TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18:104. 1963.

Notas y Comentarios

Alimentación de manzanos por el tallo

Nadie pensaría en tratar de cultivar manzanos en floreros pero, según un informe reciente (*Annals of Applied Biology* vol 87, Nº 103), quizás se podría pensar. P. Baxter y D. West, del Instituto de Investigación Hortícola en Victoria, Australia, han examinado las raíces de manzanos para ver si son realmente tan eficientes como nos imaginamos. Lo que encontraron era que las raíces en realidad presentan un considerable obstáculo al flujo del agua, particularmente si han sufrido daños por los gorgojos del suelo; las raíces a menudo mantienen al resto de los tejidos conductores de agua por debajo de la máxima capacidad de conducción. Así pues, ¿qué pasa si se prescinde de las raíces?

Hace ya mucho tiempo, en 1896, un investigador alemán, Rath, reconoció el potencial de un sistema de alimentación análogo al goteo de glucosa en las venas de los humanos. Este nuevo trabajo convierte sus sueños parcialmente en realidad, pues los australianos tuvieron éxito en alimentar y proporcionar agua a los manzanos a través de las ramas, introduciendo en un extremo un tubo conectado a un pequeño reservorio de polietileno con una solución de vitamina C. En esta forma se aplicó hasta el 90 por ciento de las necesidades de agua del árbol. Las pruebas con la alimentación por goteo en manzanos maduros mostraron un incremento considerable en el tamaño promedio de la fruta.

Antes de que el sistema pueda ser empleado en mayor escala, hay algunos problemas por resolver, especialmente por bloqueo de los conductos del flujo, pero su potencial es considerable. En las zonas más áridas, puede proveer con un riego de volumen muy bajo, a árboles sin desperdicios, pudiéndose suplir nutrimentos extra cuando los del alrededor de las raíces están "atrapados" por una sequía. También podrían aumentarse las posibilidades de supervivencia de frutales recién plantados, ayudándolos a pasar el período crítico sin pelos radicales.

Así, ¿podemos tener manzanos en floreros? Pueda ser que no pero la alimentación por goteo puede estar a la vuelta de la esquina.

Cómo sobreviven las plantas a la sal

Muchas plantas muestran una notable adaptación para sobrevivir en habitats altos en sal, y tienen así un lugar valioso en la colonización y recuperación de pantanos salobres. *Salicornia pacifica* es una de estas plantas y trabajos recientes sobre la forma como almacena y se desprende de la sal han ayudado a comprender cómo pueden sobrevivir estas plantas (*Canadian Journal of Botany* Vol 53, p 1516).

D. J. Weber, H. P. Rasmussen y W. M. Hess de la Brigham Young University, en Provo, Utah, han estudiado *S. pacifica* usando un analizador de rayos X de rastreo electrónico. Usando una sección de tejido vegetal congelado, el analizador de rayos-X puede ser usado para rastrear una sección y puede imprimir la distribución de los varios elementos que contiene.

Weber y su grupo examinaron primero una sección de tallo joven, el que está dividido en células de palizada exteriores, células esponjosas interiores y un tejido vascular central. Cuando esta sección era rastreada se encontraron grandes cantidades de iones de sodio y cloro asociados con el tejido esponjoso. Los tejidos exterior en empalizada y el vascular central demostraron estar libres de sal. Sin embargo, en tejidos más viejos, el cuadro es diferente y aunque el tejido vascular sigue estando libre de Na Cl, tanto el mesófilo como la palizada contienen concentraciones bastante altas.

Con bastante frecuencia, y poco después de que esta condición se alcanza en un tallo, las secciones más viejas saturadas de sal se colapsan y mueren. El tejido a ambas partes de estas secciones muertas permanecen verdes y el tejido vascular dentro de la sección muerta continúa funcionando.

S. pacifica no tiene glándulas excretoras de sal, el medio por el cual eliminan sal muchas halófitas, y las enzimas que posee no tienen mucha tolerancia a la sal. ¿Cómo entonces se protege el metabolismo de la planta de estas concentraciones altas y siempre crecientes de sal? Parece que las células son capaces de archivar la sal en las vacuolas centrales rodeadas de membranas, protegiendo así a los orgánulos sensitivos a la sal. La concentración de sal de la vacuola se eleva entonces hasta que se hace intolerable y el tejido circunvecino, no pudiendo contenerla más, se colapsa y muere dejando sólo los tejidos conductores sin vida para que mantengan la continuidad de la planta.

La algarroba como fuente de azúcar

Uno de los proyectos de investigación del Instituto Volcani, en Bet Dagan, Israel, es la producción económica de azúcar a partir del fruto del algarrobo europeo, *Ceratonia siliqua*. Los resultados obtenidos en el laboratorio se han calificado como muy promisorios, y se espera repetir las experiencias en una escala mayor (*Innovation* Vol 2, N 21, Agosto 1977).

Los árboles de algarrobo son comunes en Israel y otros países del Cercano Oriente, extendiéndose hasta España. El nombre del fruto, algarroba, se deriva del árabe *al barrûba*, y aparece a mediados del siglo XVI en el idioma castellano. El nombre algarrobo lo usaron los conquistadores de América para designar otros árboles leguminosos (*Propopis*), cuyos frutos son también dulces.

Aunque tienen muchas ventajas, ya que esos árboles prosperan en suelos marginales y requieren relativamente poca agua, han sido descuidados conforme han hecho avances las prácticas agrícolas modernas.

Los científicos de Israel sugieren ahora que esta tendencia debe cambiar de dirección. En lugar de darlo como pienso barato a los caballos, las garrofas, como también se llaman las vainas en España, pueden llegar a ser una fuente de azúcar para varias aplicaciones industriales. En Israel se calcula que este cultivo podría producir 50 mil toneladas de frutos al año, lo que podría rendir 20 mil toneladas de azúcar.

Alrededor del 45 por ciento del fruto de *Ceratonia* es azúcar (un tercio glucosa, dos tercios sacarosa). Un equipo de investigadores, encabezados por la Dra. Eugenia Alumot, ha desarrollado hasta ahora dos procesos. Por un lado, han separado la glucosa de la sucrosa; por otro lado, han desarrollado un método para producir la mezcla de las dos azúcares en forma líquida, para su uso en la industria procesadora de alimentos.

Las proyecciones económicas preliminares indican que el azúcar de algarroba podría competir con la producida de caña y de remolacha. Además, habría importantes beneficios adicionales, tales como la extensión de las actividades de las refinerías de azúcar, y la posibilidad de emplear tierras agrícolas marginales.

Inhibidor de la leucemia extraído de un árbol

Agujas y ramas, cortadas de un árbol japonés hace más de dos años, están creciendo en medios de cultivo de tejidos en laboratorio para producir compuestos que inhiben la leucemia en ratones de laboratorio. Los encargados del proyecto son N. E. Delfel y J. A. Rothfus del Servicio de Investigación Agrícola de los Estados Unidos (*Agricultural Research*, August 1977).

Algunos colegas de ellos, en el Northern Regional Center, en Peoria, Illinois, encontraron inhibidores de la leucemia en el tejo cirótero (*Cephalotaxus harringtonia*) en 1969 mientras seleccionaban materiales vegetales que contenían compuestos anticancerosos.

Para una evaluación más profunda y para ulteriores investigaciones se necesitan cantidades adicionales de extractos, pero los árboles son escasos en los Estados Unidos y crecen lentamente. El género *Cephalotaxus* es nativo Extremo Oriente y uno de sus principales habitats es el interior de China continental. Como posible solución, se está investigando la producción de compuestos en cultivos de tejidos.

Algunos de los callos de *Cephalotaxus* han estado creciendo más de dos años bajo luces fluorescentes, a 22° a 28° C y con transferencia a un medio fresco cada tres meses.

Los químicos encuentran que tanto el callo como el medio de cultivo contienen cefalotaxina, un compuesto inactivo, y tres inhibidores activos de la leucemia derivados de él: harringtonina, homoharringtonina, e isoharringtonina. La cantidad de estos cuatro alcaloides, o compuestos, aumenta con la edad del cultivo del tejido, de los 3 a los 6 meses.

Los químicos han encontrado un cuarto alcaloide activo, deoxiharringtonina, presente sólo en el medio. La cantidad no aumenta después de los tres meses. Han encontrado también un nuevo ester de cefalotaxina, homodeoxiharringtonina, que también se encuentra sólo en el medio. El hecho de que las células secretan los ésteres activos en el medio es favorable a una posible producción comercial en el futuro.

Aunque los niveles de alcaloides totales son bajos, se cree que los cultivos de tejidos de tejo pueden ser regulados para aumentar la producción de homoharringtonina, el inhibidor de leucemia más activo.

El problema por el momento es producir los alcaloides en las cantidades necesarias para una completa evaluación quimioterapéutica. Por eso, se está trabajando simultáneamente en aumentar el crecimiento del callo, adoptar las células a un medio líquido y aumentar los rendimientos de los inhibidores de la leucemia, especialmente homoharringtonina.

Reunión continental sobre maleza

En Cali, Colombia, se realizará el Cuarto Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), del 25 al 27 de enero de 1978. La organización del certamen está a cargo de la Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal (COMALFI). Las sesiones tendrán lugar en el Hotel Continental y se elegirá en una de ellas la nueva junta directiva de ALAM. La dirección de COMALFI es: Apartado Aéreo 29688, Bogotá.

Estimación de poblaciones de heterodera de la papa

Los procedimientos actuales para estimar las poblaciones de los nematodos *Heterodera* de la papa en el campo representa compromisos entre la exactitud y la facilidad de determinación. El trabajo del grupo dirigido por el Dr. H. J. Atkinson, en el Departamento de Zoología Pura y Aplicada de la Universidad de Leeds, Inglaterra, ha mostrado que la medición del contenido de trifosfato de adenosina (ATP) de los quistes proporciona un estimado más rápido y exacto del contenido de huevos viables que los procedimientos usuales basados en conteos más o menos subjetivos de individuos viables (*ARC Research Review* Vol. 3, N° 2, 1977).

El ATP se mide fotométricamente, usando la bioluminiscencia de la luciferina - luciferasa de las luciérnagas. La homogeneización de los quistes de un peso dado de suelo por un minuto en tampón de arseniato es seguida por una lectura de la producción de luz por 30 segundos, cuando esta muestra desconocida de ATP es inyectada en el sistema luciferina - luciferasa. El método es barato, confiable, y tiene suficiente sensibilidad para detectar poblaciones en huevos por grano de suelo bastante por debajo de los umbrales económicos de los nematodos.

Los procedimientos tradicionales son poco confiables para detectar la mortalidad por varios meses después de usar varios esterilizadores de suelo. Sin embargo, trabajos hechos con suelos agrícolas holandeses, donde estos esterilizadores se usan ampliamente en el otoño antes del sembrío de papas, han mostrado que el ATP refleja exactamente la mortalidad poco después del tratamiento. Desafortunadamente, una comparación similar es inapropiada para carbamatos oximas ya que estos parecen matar el nematodo después que han eclosionado los huevos y están invadiendo el cultivo desde el suelo. En este caso, sólo pueden ser de aplicación práctica para los extensionistas los estimados de población de pretratamiento.

Simposio Internacional sobre Fijación del Nitrógeno

Un Simposio Internacional sobre Fijación Biológica del Nitrógeno tendrá lugar del 12 al 16 de junio de 1978 en la Universidad de Wisconsin, en Madison, bajo los auspicios del Comité de Simposios Harry Steenbock y el Laboratorio de Investigaciones Charles F. Kettering. Las personas interesadas en recibir formularios de solicitud y otras informaciones pueden dirigirse a: 1) W. H. Orme-Johnson, Department of Biochemistry, University of Wisconsin-Madison, Madison, Wisconsin 53706; o 2) W. E. Newton, C. F. Kettering Research Laboratory, Yellow Spring, Ohio 45387.