

## UTILIZACION DE LAS DEYECCIONES AVICOLAS COMO FUENTE FOSFORADA PARA RUMIANTES <sup>a</sup>

Javier G. Cantón Castillo <sup>b</sup>  
Yolanda Moguel Ordoñez <sup>b</sup>  
Arturo F. Castellanos Ruelas <sup>b</sup>

### RESUMEN

Se realizaron tres experimentos con objeto de evaluar la disponibilidad de fósforo (P) en las deyecciones de aves de postura y del pollo de engorda. En el primer experimento se midió la solubilidad ruminal de P de las deyecciones, teniendo como referencia al ácido fosfórico (control positivo) y una roca fosfórica de mala calidad (control negativo). En los experimentos dos y tres, se alimentaron ovinos Pelibuey con dietas isoenergéticas e isoproteínicas, en donde la fuente de P fue aportada por: ortofosfato de calcio o ácido fosfórico, roca fosfórica, gallinaza y pollinaza. El contenido de P de la dieta basal fue de 0.15% o 0.10%, el cual se incrementó a 0.24% o 0.25% con el suplemento a estudiar. En el experimento uno, el ácido fosfórico tuvo mayor disponibilidad ruminal de P, seguido de la pollinaza y gallinaza; la roca fosfórica tuvo la menor disponibilidad. En los experimentos dos y tres, el tipo de fuente fosforada afectó el contenido de P en la duodécima costilla, siendo mayor o igual el tratamiento de pollinaza en comparación con el control positivo. En ambos experimentos la pollinaza propició un mayor depósito de P que el observado con la roca fosfórica ( $p \leq .05$ ). La pollinaza tiene buena biodisponibilidad de P, similar a la de un ortofosfato o del ácido fosfórico. El P de la gallinaza tuvo una disponibilidad intermedia.

PALABRAS CLAVE: Pollinaza, Gallinaza, Disponibilidad de fósforo, Rumiantes.

Tec. Pecu. Mex. Vol. 34 No. 3 (1996).

Las deficiencias de fósforo (P) son probablemente el factor limitante más importante de la productividad de los bovinos en pastoreo en los trópicos. Su aporte a partir de suplementos minerales comerciales es relativamente sencillo de realizar, pero puede ser oneroso.

Las excretas avícolas son subproductos de la industria productora de huevo (gallinaza) y de pollo (pollinaza), frecuentemente disponibles en las zonas tropicales de México. En 1994, la Norma Oficial Mexicana de la Campaña Nacional contra la Tuberculosis indicó que la gallinaza no debe utilizarse en la alimentación de bovinos por razones sanitarias, ya que puede confundir el diagnóstico de tuberculosis en aquellos animales que la consuman (1).

Desde los años cincuentas se sabe que, además de representar un aporte de proteína y energía para el ganado, la excretas avícolas también son una fuente importante de minerales, en particular P (2). Esta información se amplió años después (3). En México, uno de los primeros informes que

caracterizó su concentración de macro y microminerales en los estados de Morelos y Veracruz fue publicado en 1987 (4). Esto mismo fue realizado en el estado de Yucatán en 1995 (5).

Para ser aprovechables por los animales, los minerales deben estar en forma disponible. La disponibilidad del P de las deyecciones avícolas no ha sido plenamente evaluada. Se ha estudiado su porcentaje de absorción aparente en rumiantes, midiendo la desaparición del P a lo largo del tubo digestivo. Según algunos autores (6, 7, 8), el porcentaje de absorción aparente del P de la pollinaza es de 35.4%; en cambio, otros (9), trabajando con subproductos de la fermentación anaeróbica de deyecciones avícolas, indicaron una absorción aparente del 90%. Esta diferencia en los informes puede deberse a que la composición nutricional de las deyecciones varía dependiendo del tiempo de almacenamiento (10, 11). Durante este tiempo, en caso de presentarse las condiciones propicias de humedad y temperatura, es posible que se desarrollen hongos productores de toxinas, que son perjudiciales para el comportamiento animal y por consecuencia

<sup>a</sup> Recibido para su publicación el 13 de Mayo de 1996.

<sup>b</sup> Campo Experimental Mocochoá. INIFAP-SAGAR. Apartado postal 100. Sucursal D. Mérida. Yuc.

para la absorción del P.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar comparativamente con fuentes fosforadas convencionales, la utilización digestiva y el aprovechamiento de la fracción fosforada de deyecciones de aves.

Los trabajos se llevaron a cabo en el Campo Experimental Mocochoá, dependiente del INIFAP-SAGAR, localizado en el municipio del mismo nombre, en el estado de Yucatán. Experimento 1. Se estimó la solubilidad ruminal del P de las deyecciones avícolas, utilizando la metodología descrita por Witt y Owens (12). Primeramente, se calculó una línea de regresión de P soluble en el rumen, utilizando como referencia el ácido fosfórico; luego se cuantificó el P soluble en el rumen de los materiales a investigar, incorporando los valores encontrados a la regresión.

Para calcular la línea de regresión de P soluble en el rumen se utilizaron cuatro borregos Pelibuey machos, provistos de fístula ruminal permanente. Se incorporó ácido fosfórico a una dieta control baja en fósforo (0.06% P en base seca, Cuadro 1) con el fin de lograr tres alimentos con niveles fosforados de 0.12, 0.18 y 0.24%. Después de un período de adaptación de catorce días, se muestreó el líquido ruminal de los animales a las 2, 4, 6 y 8 horas pospandriales. Se determinó el contenido de P soluble y se calculó la pendiente de la regresión establecida entre el porcentaje de P en la dieta y el contenido en el líquido ruminal.

Posteriormente, los cuatro animales fueron alimentados con la misma dieta control baja en P (Cuadro 1). El porcentaje de P se incrementó en el alimento al 0.24% mediante la adición de: ácido fosfórico, roca fosfórica, gallinaza y pollinaza. Los dos primeros se utilizaron como control positivo y negativo, respectivamente. A las 2, 4, 6 y 8 horas pospandriales se midió el P soluble en el rumen y el pH.

Con la finalidad de medir el impacto de la fuente fosforada sobre la actividad celololítica

### CUADRO 1. COMPOSICION DE LA DIETA CONTROL BAJA EN FOSFORO (% BASE SECA).

Almidón de maíz	30.73
Rastrojo de maíz	30.60
Cascarilla de soya	16.50
Harina de poilo	11.24
Melaza	7.00
Urea	1.30
Sulfato de sodio	0.68
Carbonato de Ca	0.62
Aceite de soya	0.53
Sal	0.50
Vitaminas ADE	0.25
Microminerales	0.05

Composición (% en base seca): 2.67 Mcal EM, 15.6% PC, 0.62% Ca, 0.06% P.

de los microorganismos ruminales, se midió la tasa de desaparición de la materia seca y de las paredes celulares de un heno de pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) utilizando la técnica de la bolsa de nylon (13).

En ambos trabajos se utilizó un diseño experimental en cuadrado latino 4 x 4. Los resultados también se analizaron mediante regresión y correlación (14).

Experimento 2. Se utilizaron 24 borregos machos enteros Pelibuey, de un peso inicial promedio de  $20.2 \pm 4.9$  kg (media  $\pm$  D.E.), los cuales fueron distribuidos totalmente al azar en 4 tratamientos, que consistieron en el suministro de fósforo a partir de: ortofosfato de calcio (20% P), roca fosfórica, gallinaza y pollinaza.

Se midió la solubilidad cítrica del P del ortofosfato y de la roca fosfórica (15). Todas las determinaciones de P se hicieron utilizando el método del molibdovanadato (16).

Se encontró una solubilidad cítrica del P de 96% y 34% para el ortofosfato de calcio y la roca fosfórica respectivamente, catalogando su calidad fosforada como muy buena y mala, respectivamente.

Cada tratamiento contó con 3 repeticiones y cada repetición consistió de un corral con dos animales. La dieta básica tuvo un contenido de P de 0.15%, el cual se incrementó a 0.24% con la fuente fosforada a estudiar (Cuadro 2). Las dietas experimentales fueron isoenergéticas e isonitrogenadas y manteniendo la misma relación Ca:P.

La duración del experimento fue de 84 días. Los criterios de respuesta a estudiar fueron: ganancia de peso, conversión alimenticia, porcentaje de minerales totales y de P en la duodécima costilla.

Los resultados fueron evaluados mediante un análisis de varianza para un diseño totalmente al azar y las medias comparadas por el método de Duncan (14).

Experimento 3. Se llevó a cabo de manera similar al Exp. 2. Se utilizaron 48 ovinos con peso inicial de  $24.7 \pm 2.7$  kg, distribuidos mediante un diseño en bloques al azar a 4 tratamientos, con 3 repeticiones cada uno

y 4 animales por repetición. Los tratamientos fosforados fueron: ácido fosfórico, roca fosfórica, gallinaza y pollinaza. La dieta básica tuvo un contenido de P de 0.10%, el cual se incrementó a 0.25% con la fuente fosforada a estudiar. Se mantuvo la misma relación Ca:P. Las dietas tuvieron un menor valor energético en comparación con las del experimento 2, con la finalidad de medir la respuesta animal a los tratamientos en otro nivel nutricional (Cuadro 3). Las variables analizadas fueron las mismas que en el experimento 2. Además se disecó la tibia de todos los animales y se sometió a presión para determinar su resistencia a la fractura. Los resultados se analizaron de la misma forma descrita anteriormente.

Experimento 1. Los resultados de solubilidad ruminal del P de las diversas fuentes se presentan en el Cuadro 4. El ácido fosfórico tuvo mayor solubilidad, seguido de la pollinaza y gallinaza, mientras que la roca fosfórica tuvo la menor solubilidad.

## CUADRO 2. COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES (% BASE SECA).

	EXPERIMENTO 2			
	Ortofosfato	Roca Fosfo	Gallinaza	Pollinaza
Olate de maíz	31.97	31.23	34.86	31.87
Sorgo	27.00	25.70	22.82	26.85
Almidón de maíz	23.20	25.00	20.00	21.00
Pasta de soya	5.90	6.20	5.00	3.43
Melaza	5.00	5.00	8.00	5.00
Urea	1.20	1.20	0.99	0.80
Aceite de soya	2.00	1.70	2.77	1.50
Roca fosfórica	—	1.37	—	—
Ortofosfato	0.84	—	—	—
Carbonato de Ca	0.46	0.27	—	0.23
Sal	0.30	0.30	0.30	0.30
Microminerales	0.05	0.05	0.05	0.05
Ac. Fosfórico	0.05	—	0.04	0.07
Bicarbonato de Na	2.03	1.98	—	—
Gallinaza	—	—	5.17	—
Pollinaza	—	—	—	8.90

Todas las dietas tuvieron 2.61 Mcal de E.M.; 10.6% de proteína cruda; 0.25% de azufre; 0.50% de calcio y 0.24% de fósforo.

**CUADRO 3. COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES (% BASE SECA).**  
EXPERIMENTO 3

	Ac. fosfórico	Roca Fosfo	Gallinaza	Pollinaza
Olote de maiz	50.84	50.76	47.39	46.28
Sorgo	23.10	22.85	27.00	27.00
Pasta de soya	6.50	6.50	6.40	5.80
Melaza	10.00	10.00	5.00	5.00
Ac. Fosfórico	0.56	—	—	—
Roca fosfórica	—	1.66	—	—
Gallinaza	—	—	8.10	—
Pollinaza	—	—	—	9.10
Urea	1.35	1.35	0.76	0.70
Sal	1.00	1.00	1.00	1.00
Carbonato de Ca	1.70	0.83	—	1.08
Aceite de soya	4.90	5.00	4.30	4.00
Microminerales	0.05	0.05	0.05	0.05

Todas las dietas tuvieron 2.2 Mcal de E.M.: 9.2% de proteína cruda; 0.53% de calcio y 0.25% de fósforo.

No se encontraron diferencias estadísticas con relación al efecto del tratamiento sobre el pH, la desaparición de la materia seca y paredes celulares del heno de pasto Estrella de África.

Experimento 2. Los resultados se muestran en el Cuadro 5. No se encontró efecto del tipo de fuente fosforada sobre la ganancia de peso, la conversión alimenticia, ni sobre el rendimiento en canal. Se encontraron diferencias atribuibles a los tratamientos en el porcentaje de minerales totales ( $p < 0.05$ ) y el de fósforo en la duodécima costilla

( $p < 0.01$ ). Estos valores fueron similares entre las deyecciones avícolas y el ortofosfato de calcio. Los animales suplementados con la roca fosfórica depositaron menos P en la costilla.

Experimento 3. El efecto del tratamiento afectó ( $p < 0.05$ ) la ganancia de peso y el rendimiento en canal, encontrando los mejores valores en los animales que recibieron los alimentos con deyecciones avícolas (Cuadro 6). No se encontró diferencia en la conversión alimenticia entre los grupos experimentales, siendo el promedio de 9.7

**CUADRO 4. DISPONIBILIDAD RUMINAL DEL FOSFORO (Media  $\pm$  D.E.) DE DIVERSAS FUENTES FOSFORADAS Y SU EFECTO SOBRE EL pH RUMINAL Y LA DIGESTION DEL HENO DE PASTO ESTRELLA DE AFRICA.**

EXPERIMENTO 1.

FUENTE FOSFORADA	% DISPONIBILIDAD RUMINAL	pH	% MATERIA SECA DIGESTIBLE	% FND
AC. FOSFORICO	100 $\pm$ 13 <sup>a</sup>	7.0	52.5	47.0
ROCA FOSFORICA	57 $\pm$ 16 <sup>b</sup>	7.0	50.8	44.7
GALLINAZA	69 $\pm$ 12 <sup>bc</sup>	6.7	51.4	45.4
POLLINAZA	79 $\pm$ 11 <sup>c</sup>	6.8	51.8	48.0

Literales distintas en la misma columna indican  $p < 0.05$ .

**CUADRO 5. INFLUENCIA DE LA FUENTE FOSFORADA SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA COMPOSICION OSEA DEL BORREGO PELIBUEY. EXPERIMENTO 2.**

FUENTE FOSFORADA	GANANCIA DIARIA (g)	CONVERSION ALIMENTICIA	(%) RENDIMIENTO EN CANAL	12 <sup>ava</sup> COSTILLA MINERALES TOTALES	FOSFORO
ORTOFOSFATO	132±20	8.20±1.01	45.1±4.0	54.43 <sup>ab</sup>	10.25 <sup>a</sup>
ROCA FOSF.	156±30	7.64±0.71	43.9±1.0	53.00 <sup>b</sup>	9.61 <sup>b</sup>
GALLINAZA	154±30	7.78±1.70	44.4±1.5	54.11 <sup>ab</sup>	10.11 <sup>a</sup>
POLLINAZA	159±30	7.77±1.33	45.2±1.9	55.10 <sup>a</sup>	10.16 <sup>a</sup>

Literales distintas en la misma columna indican  $p < 0.05$

Tampoco se encontró diferencia estadística atribuible a los tratamientos en el contenido de minerales totales de la duodécima costilla, ni en la resistencia de la tibia a la fractura.

El contenido de P depositado en la duodécima costilla fue mayor ( $p < 0.05$ ) en los animales consumiendo pollinaza, en comparación con los otros tratamientos.

Se ha documentado que con una dieta conteniendo 0.08% de P, suministrada a toretes en crecimiento durante dos semanas, el contenido de P inorgánico sanguíneo se redujo un 41.5% y se ocasionaron síntomas clínicos de deficiencia fosforada (17). Las dietas básicas bajas en P utilizadas en los experimentos 2 y 3, teniendo 0.15 y 0.10% de P, permitieron encontrar efectos atribuibles a la fuente

fosforada sobre el contenido de P en la costilla. Por lo tanto, aparentemente, estos niveles fueron apropiados para provocar una deficiencia.

Los resultados del experimento 1 permitieron catalogar a las deyecciones avícolas como fuentes fosforadas de calidad intermedia.

En cuanto a los resultados de los experimentos 2 y 3, ambos permiten señalar a la pollinaza como una buena fuente fosforada, considerando su aptitud para depositar P en la costilla. Esta variable es la más importante en la evaluación de fuentes minerales. El experimento 2, detectó que la gallinaza y pollinaza permiten un depósito de minerales totales en costilla similar al que propicia el empleo de un ortofosfato de calcio de buena calidad. Probablemente, el experimento 3 no fue lo

**CUADRO 6. INFLUENCIA DE LA FUENTE FOSFORADA SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA COMPOSICION OSEA DEL BORREGO PELIBUEY EXPERIMENTO 3.**

FUENTE FOSFORADA	GANANCIA DIARIA (g)	RENDIMIENTO EN CANAL (%)	12 <sup>ava</sup> COSTILLA MINERALES TOTALES	FOSFORO	RESISTENCIA A LA FRACTURA (kg)
AC. FOSFORICO	133±36 <sup>ab</sup>	43.9±2.3 <sup>a</sup>	59.2±1	10.7±2 <sup>a</sup>	194±28
ROCA FOSF.	113±19 <sup>a</sup>	44.0±3.1 <sup>a</sup>	59.4±1	10.8±3 <sup>a</sup>	183±19
GALLINAZA	147±30 <sup>bc</sup>	45.7±1.6 <sup>c</sup>	59.4±2	10.8±3 <sup>a</sup>	198±48
POLLINAZA	157±20 <sup>c</sup>	46.9±3.2 <sup>c</sup>	60.4±2	12.9±3 <sup>b</sup>	200±23

Literales distintas en la misma columna indican  $p < 0.05$

suficientemente sensible como para detectar cambios en el contenido mineral total del hueso, debido posiblemente a que el nivel energético de la dieta no propició un desarrollo corporal acelerado, como el experimento 2.

Los diferentes resultados de los tratamientos sobre la ganancia de peso no permiten tener una idea clara del valor de las deyecciones avícolas como fuente fosforada. Esto pudo deberse a que la ganancia de peso es una variable que se puede ver afectada por otros factores del medio ambiente, diferentes al tipo de alimento que consuman los animales. Globalmente, estos resultados indican que la fracción fosforada de las deyecciones avícolas tiene una solubilidad ruminal intermedia y que la disponibilidad posruminal de la pollinaza es similar a la de una fuente fosforada de buena calidad, mientras que la disponibilidad posruminal de la gallinaza es intermedia.

La concentración de minerales en las gallinazas y pollinazas disponibles en la zona de estudio se cuantificó en un trabajo previo (5). Considerando este contenido en minerales y el nivel de consumo en estos experimentos, se calculó que el aporte de Mg, a partir de la ingestión de las deyecciones avícolas fue  $\geq 10\%$  del requerimiento de los ovinos para este mineral; el de K  $\geq 22\%$ ; el de Mn y el de Zn  $\geq 50\%$ ; los requerimientos de Fe, Cu y Co fueron cubiertos en su totalidad por el consumo de las deyecciones. Sin embargo, es poco probable que los efectos encontrados y atribuidos a la disponibilidad del P de las deyecciones avícolas pudieran haber sido el resultado de la utilización de algún otro tipo de mineral presente, ya que todas las dietas cubrían el requerimiento en microminerales mediante la adición de ellos en el alimento. Existe la posibilidad de que algunos promotores del crecimiento administrados en la dieta de las aves mantengan aún su actividad en las excretas y promuevan el crecimiento en los rumiantes.

No existe información al respecto en la literatura especializada en cuanto a este punto.

El P de las deyecciones animales se encuentra en forma inorgánica y orgánica (18, 19). En la forma inorgánica generalmente está como ortofosfato, el cual puede ser aprovechado por los animales. El P orgánico, se encuentra como: P residual (incorporado a los ácidos nucleicos), P soluble en ácido (hexafosfatos de inositol), pequeñas cantidades de fosfolípidos (18, 19). La fracción de P soluble en ácido, sólo es aprovechable por los rumiantes, ya que tienen fitasas ruminales que les permiten digerirlo. Recientemente (20) se cuantificaron las fracciones fosforadas en las deyecciones de varias especies animales. La suma de las fracciones fosforadas aprovechables por los rumiantes fue mayor en la pollinaza, en la gallinaza (88.2% y 82.5% respectivamente) y en las excretas de cerdos (84.4%), en comparación con las excretas de ganado lechero (71%) y ganado de carne (61%). Esta información ayuda a comprender la buena eficiencia con la que el P de la pollinaza, y en menor grado el de la gallinaza, se depositó en la duodécima costilla en estos experimentos.

No obstante que la gallinaza resultó ser una fuente de calidad intermedia de P disponible, su empleo en la alimentación de rumiantes en México no es recomendable. La Campaña Nacional Contra la Tuberculosis Bovina mediante su Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOEM-002-1994 (1), señala que el diagnóstico de tuberculosis en hatos ubicados en regiones con presencia de *Mycobacterium paratuberculosis* y/o *Mycobacterium avium* (el cual se encuentra presente en las granjas de gallinas de postura y, por consecuencia, en la gallinaza) debe realizarse mediante la prueba cervical comparativa, con el fin de descartar aquellos animales reactores positivos a la prueba del pliegue caudal. Esto involucra un doble diagnóstico y, consecuentemente, mayor

tiempo y gasto financiero en aquellos hatos que consumen la gallinaza. La detección reciente en algunas zonas de México de granjas avícolas seropositivas a influenza aviar en áreas anteriormente declaradas libres de esta enfermedad, también restringe el libre tránsito de las deyecciones de aves de postura.

A mediano plazo, deberán llevarse a cabo trabajos experimentales tendientes a efectuar tratamientos térmicos, químicos o de otro tipo con el fin de eliminar los riesgos sanitarios y poder aprovechar este recurso. Con base en los resultados anteriores, se concluye que la pollinaza es una buena fuente de P para los rumiantes. El valor fosforado de la gallinaza es intermedio; sin embargo, la gallinaza por razones sanitarias, momentáneamente no deberá utilizarse en la alimentación de rumiantes.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo financiero proporcionado para la ejecución de este trabajo, realizado dentro del proyecto de investigación titulado "Las Deyecciones Avícolas como Fuente Fosforada para Rumiantes en Pastoreo en el Trópico" clave P122 CCOT 904983.

## POULTRY MANURE AND LITTER AS PHOSPHORUS SOURCES FOR RUMINANT FEEDSTUFFS.

### SUMMARY

Three experiments were carried out to evaluate the phosphorus availability of poultry manure and litter. In the first experiment, ruminal P solubility was measured using phosphoric acid and rock phosphate as positive and negative controls, respectively. In experiments 2 and 3, Pelibuey sheep were fed isonitrogenous and isoenergetic diets, where P was supplemented by calcium orthophosphate or phosphoric acid, rock phosphate, poultry manure and poultry litter. Basal P content of the diets was 0.15% or 0.10%, which was increased to 0.24% or 0.25% with the P supplement. In Exp. 1, phosphoric acid had a higher P ruminal solubility than poultry droppings. Rock phosphate had the lowest P solubility. In experiments 2 and 3, P source affected P content in the twelfth rib having poultry manure and the positive control the highest P content. In both experiments, poultry manure had higher rib P content compared with rock phosphate ( $p < .05$ ). The present results show that P in poultry manure has the same availability as P from orthophosphates or phosphoric acid. Phosphorus in poultry litter had an intermediate availability.

**KEY WORDS:** Poultry manure, Poultry litter, Phosphorus availability, Ruminants.

## REFERENCIAS

1. Norma Oficial Mexicana. NOMEM-002-SARH/1994. Campaña Nacional Contra la Tuberculosis. 1994. Diario Oficial de la Federación. México, D.F.
2. Parker MB, Perkins HF, Fuller HL. Nitrogen, phosphorus and potassium content of poultry manure and some factors influencing its composition. *Poultry Sci.* 1959; 38:1154.
3. Bhattacharya AN, Taylor JC. Recycling animal waste as a feedstuff: A review. *J. Anim. Sci.* 1975; 41(5):1438.
4. Aguiar J, Rosiles R, López R, Quintero T. Algunos macro y microminerales en pollinaza y gallinaza en los estados de Morelos y Veracruz. *Vet. Mex.* 1987; 18:17.
5. Moguel OY, G. Cantón CJ, Sauri DE, Castellanos RA. Contenido de macro y micro minerales en las deyecciones avícolas en Yucatán. *Tec. Pecu. Mex.* 1995;33(2):100.
6. Ben Ghedalia D, Tagari H, Geva A. Absorption by sheep of calcium, phosphorus and magnesium from a poultry litter supplemented diet. *J. Agric. Sci. Camb.* 1982; 98:85.
7. Field AC, Munro CS, Suttle NF. Dried poultry manure as a source of phosphorus for sheep. *J. Agric. Sci. Camb.* 1977; 89:599.
8. Flachowsky G, Henning A. Composition and digestibility of untreated and chemically treated animal excreta for ruminants. A review. *Biological Wastes.* 1990; 31:14.
9. Steinsberger S, Ort J, Shih J. Nutritional value of deep stack ensiled poultry manure. *Poultry Sci.* 1987; 66:634.
10. Adeleye I, Kitts WD. Desperdicios avícolas como alimentos para rumiantes. II. Efecto de la edad sobre la composición química de la cama de pollos asaderos y excreta de ponedoras en jaulas. *Prod. Anim. Trop.* 1983; 8:17.
11. Sugrarez SR, Gomez LC. Variaciones en la calidad nutritiva de la yacija de pollo durante su almacenamiento. 1. Amontonamiento. *Actas de la XVI Jornadas Científicas de la Soc. Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.* Pamplona España. 1991. 242.
12. Witt KE, Owens FN. Phosphorus: ruminal availability and effects on digestion. *J. Anim. Sci.* 1983;56(4):930.
13. Orskov ER, Deb Hovell FD, Mouta F. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de alimentos. *Prod. Anim. Trop.* 1980; 5:213.
14. Snedecor GW, Cochran WG. *Statistical Methods.* The Iowa State University Press. 1980. Ames, Iowa, USA.
15. Moguel OY, Castellanos RA, Rosiles MR. Caracterización de la solubilidad del fósforo en rocas fosfóricas. Memoria de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México INIFAP-SARH. Chihuahua, Chih. 1992:175.
16. Tejada de Hernández I. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes usados en alimentación animal. Ed. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México. 1983. México, D.F.
17. Miller WJ, Neathery MW, Gentry RP, Blackmoon DM, Crowe CT, Ware GO, Fielding AS. Bioavailability of phosphorus from defluorinated and dicalcium phosphates and phosphorus requirement of calves. *J. Dairy Sci.* 1987; 70:1885.
18. Peperzak P, Caldwell AG, Hunzinker RR, Black CA. Phosphorus fractions in manures. *Soil Sci.* 1959; 87:293.
19. Gerritze RG, Zugec I. The phosphorus cycle in pig slurry measured from  $^{32}\text{P}$  distribution rates. *J. Agr. Sci. Camb.* 1977;88:101.
20. Barnett GM. Phosphorus forms in animal manure. *Bioresource Tech.* 1994; 49:139.