

## UTILIZACION DE HECES EN LA ALIMENTACION ANIMAL. I CARACTERIZACION QUIMICO-NUTRICIONAL DE HECES DE BOVINOS Y PORCINOS<sup>a</sup>

FERNANDO DUARTE VERA<sup>b</sup>

ALEJANDRO MAGAÑA CABALLERO<sup>b</sup>

FEDERICO RODRIGUEZ GARZA<sup>c</sup>

### RESUMEN

Con el objetivo de determinar las características químico-nutricionales de las heces de bovinos y porcinos se realizaron los muestreos y los análisis de (1) heces frescas de vacas lecheras en producción, (2) heces frescas de vacas secas, (3) heces acumuladas de ganado lechero, (4) heces frescas de ganado en engorda en corral, (5) heces acumuladas de corral de engorda, (6) heces de cerdos en iniciación, (7) heces de cerdos en finalización y (8) heces de cerdas reproductoras. Se colocaron y analizaron las 10 muestras de cada tipo y se les determinó materia seca (MS), materia mineral (MM), proteína cruda (PC), fracciones de fibra (paredes celulares, fibra detergente ácido, lignina, celulosa, hemicelulosa y sílice), digestibilidad *in situ* de la MS y de la materia orgánica (MO) y los contenidos de calcio, magnesio, sodio, potasio, fósforo, cobre, magnesio, zinc, fierro, molibdeno y cobalto.

Las heces acumuladas mostraron mayor contenido de materia seca; el contenido de proteína cruda fue mayor en las heces de porcinos que en las de bovinos y también fue mayor ( $P < 0.01$ ) para las etapas de iniciación y finalización que para cerdas repro-

ductoras. El contenido de materia mineral fue siempre mayor en heces acumuladas que en heces frescas, tanto en bovinos en engorda ( $P < 0.05$ ) como en ganado lechero ( $P < 0.01$ ) y también fue mayor ( $P < 0.01$ ) en cerdas reproductoras que en animales en desarrollo.

La digestibilidad de la MS y de la MO fue mayor en las heces de los porcinos que en las de bovinos, posiblemente por un menor contenido de componentes de paredes celulares, especialmente de lignina. Los contenidos de elementos minerales fueron muy variables, destacando los altos niveles de cobre en heces de porcinos en iniciación, posiblemente por el uso de este elemento como promotor de crecimiento.

La alternativa de incrementar la producción de alimentos de origen animal mediante la intensificación de los sistemas de producción ha sido planteada por numerosos investigadores<sup>12, 22, 19</sup>. Las explotaciones pecuarias intensivas requieren de altas inversiones, en las que el alimento generalmente representa entre el 60 y 86% de los costos totales de producción<sup>15</sup>, sin embargo, todo indica que son los sistemas de producción que con más frecuencia se verá en el futuro.

a Recibido para su publicación el 11 de marzo de 1988.

b Centro experimental de Michoacán. INIFAP-SARH. Av. Acueducto No. 1750, Morelia, Mich.

c Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias -Querétaro- INIFAP, SARH. Av. 57, No. 20, Col. Hidalgo. Querétaro, Qro.

Téc. Pec. Méx. Vol. 28 No. 1 (1990)

Uno de los problemas inherentes a las explotaciones intensivas es el manejo de las excretas, que en algunos casos alcanzan volúmenes de gran magnitud; en los últimos años se ha planteado y manejado una alternativa de solución muy positiva para este problema, que consiste en utilizar las excretas y otros residuos de granja como ingredientes en la formulación de dietas para el ganado<sup>2</sup>, con la ventaja de que se reduce la contaminación ambiental causada por el estiércol<sup>4</sup>.

La utilización de excretas animales, especialmente de aves, en la alimentación de rumiantes es una práctica común en muchos países<sup>4</sup>; por otra parte, las excretas de bovinos y porcinos empiezan a ocupar un lugar como ingredientes reciclables, en estado fresco<sup>14</sup>, ensilados<sup>9</sup> o procesados<sup>20</sup>. A pesar de la abundante información generada sobre el uso de estos materiales, no se tienen suficientes datos relacionados con la composición química de las excretas, el hecho de conocerlos puede ser de gran utilidad para los productores que desean hacer un uso racional de residuos fecales de distintas especies animales, sometidas a diferentes sistemas de alimentación.

El objetivo del presente trabajo es determinar algunos de los componentes químicos importantes de las heces de bovinos para carne y bovinos lecheros, así como de ganado porcino en distintas etapas productivas.

Se hizo una colección de muestras de heces de varias explotaciones pecuarias del Valle de Morelia -Queréndaro del Estado de Michoacán. Los tipos de muestras colectadas fueron: (1) heces frescas de vacas lecheras en producción, (2) heces frescas de vacas secas, (3) heces acumuladas de todo el hato lechero, (4) heces

frescas de toretes en engorda en corral, (5) heces acumuladas en toretes en engorda en corral, (6) heces frescas de cerdos en etapa de iniciación, (7) heces frescas de cerdos en finalización y (8) heces frescas de cerdas reproductoras en gestación. De cada tipo se tomaron 10 muestras en distintas explotaciones. A todas las muestras se les determinó el contenido de materia seca (50 C hasta peso constante), proteína cruda, materia mineral<sup>3</sup>, fracciones de fibra<sup>5</sup> y la digestibilidad *in situ* de la materia seca y de la materia orgánica<sup>10</sup>. A partir de la materia mineral se determinaron los contenidos de los macro y micro elementos más importantes desde el punto de vista nutricional, utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica Pekin-Elmer modelo 560 y un espectrofotómetro de luz ultravioleta Coleman/Hitachi para el fósforo<sup>7</sup>.

Para el análisis estadístico de los datos resultantes de las determinaciones de laboratorio, la información se fraccionó en tres partes (A) bovinos de engorda, (B) bovinos lecheros y (C) porcinos. Se hizo un análisis de la varianza<sup>17</sup> para determinar diferencias entre tipos de excrementos dentro de cada una de las fracciones antes anotadas, las diferencias entre medias se determinaron mediante la prueba de Duncan.

Los resultados de la composición química de los distintos tipos de excretas de bovinos en engorda en corral se muestran en el Cuadro 1, los correspondientes a bovinos lecheros, en el Cuadro 2 y los porcinos en el Cuadro 3. Los contenidos de principios nutricionales más importantes concuerdan con los informes de otros investigadores<sup>16,21</sup>. El porcentaje mayor de materia seca (MS) se encontró en las heces acumuladas de ganado lechero; la menor cantidad de

humedad representa una ventaja si se pretende incorporar este material en dietas integrales para ruminantes. Las heces de bovinos con grandes cantidades de humedad se han manejado tradicionalmente en forma de ensilaje<sup>1</sup> y este proceso requiere de infraestructura y equipo especializados.

En lo referente a la proteína cruda (PC) los contenidos más altos se encontraron en las heces de ganado porcino, detectándose diferencias ( $P < 0.01$ ) entre las de animales de iniciación y desarrollo con las de hembras reproductoras. El contenido de PC en el estiércol de ganado de carne fue en general mayor que en el de ganado lechero, en este último, no se detectaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre heces de vacas de producción, secas o en el estiércol acumulado. Los valores encontrados concuerdan con los informados por Palacios<sup>11</sup>, Smith<sup>16</sup> y Lucas<sup>8</sup>, para bovinos lecheros y en engorda en corral.

El contenido de materia mineral (MM) en heces de porcinos reproductores fue significativamente mayor ( $P < 0.01$ ) que en las de animales en iniciación y finalización, posiblemente por consumo de tierra. Para el ganado lechero, el contenido de MM de heces frescas de vacas de producción y vacas secas fue menor ( $P < 0.01$ ) que en el estiércol acumulado; los valores encontrados coinciden con los informes de algunos autores<sup>8</sup> que analizaron heces de ganado consumiendo dietas altas en forraje. El contenido de MM tiene gran importancia ya que algunos ingredientes disponibles en nuestro medio podrían combinarse con las heces de bovinos y porcinos (melaza, pollinaza, etc.) también contienen niveles altos de MM y un efecto aditivo que eleve mucho este contenido en la dieta afectará negativamente su digestibilidad. Debe tenerse tam-

bién cuidado de las acciones sinérgicas o antagónicas que tienen algunos minerales entre sí para evitar efectos negativos en el ganado<sup>15</sup>.

La digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) y de la materia orgánica (DISMO) de las heces de porcinos fue mayor que la determinada en heces de bovinos posiblemente porque aquellas tienen un menor contenido de paredes celulares y/o de sus componentes de baja digestibilidad como la lignina. Los resultados de digestibilidad coinciden con los de Lucas<sup>8</sup>, las heces de porcinos tienen un mayor valor nutricional que las de bovinos, debido a su menor aporte de fibra y mayor contenido de nitrógeno.

Los niveles más altos de cobre (Cu) se encontraron en las heces de porcinos, debido posiblemente al empleo de este elemento como promotor de crecimiento en las granjas muestreadas. Los niveles detectados podrían representar un riesgo de intoxicación para los ruminantes especialmente para los ovinos; sin embargo, la biodisponibilidad del cobre en heces de cerdos es muy baja<sup>6</sup> y su absorción está influida por la presencia y nivel de otros elementos como el molibdeno y el azufre<sup>13, 18</sup>.

Algunos elementos como el molibdeno (Mo) y el cobalto (Co) no fueron detectados en las muestras a la dilución utilizada (1:100 P/V de la MS). Los demás elementos encontrados mostraron una gran variación entre muestras, los valores anotados deben ser tomados solamente como promedios de algunas explotaciones. Se requiere de datos complementarios de contenidos y sobre todo de biodisponibilidad de los minerales para estar en posibilidades de conocer el aporte nutricional específico y los riesgos en el uso de heces en la alimentación de ganado.

CUADRO 1. COMPOSICION DE LAS HECES DE BOVINOS EN ENGORDA EN CORRAL  
(BASE SECA)

COMPONENTE	TIPO DE HECES		
	FRESCAS	ACUMULADAS	SIGNIFICANCIA
Materia Seca (%)	18.6 ± 2.3 <sup>a</sup>	81.5 ± 3.3 <sup>b</sup>	d
Proteína Cruda (%)	17.2 ± 2.1	17.2 ± 3.1	NS
Materia Mineral (%)	20.1 ± 3.9 <sup>a</sup>	24.9 ± 3.1 <sup>b</sup>	c
DISMS (%)	66.4 ± 5.5 <sup>a</sup>	53.8 ± 6.8 <sup>b</sup>	d
DISMO (%)	65.5 ± 5.1 <sup>a</sup>	53.5 ± 7.2 <sup>b</sup>	d
FDN (%)	52.3 ± 3.2	55.9 ± 9.2	NS
FDA (%)	31.5 ± 3.8	33.6 ± 11.2	NS
Lignina FDA (%)	10.2 ± 1.9	8.8 ± 4.9	NS
Sílice (%)	7.8 ± 2.1	10.7 ± 8.3	NS
Celulosa (%)	14.2 ± 3.2	13.1 ± 3.0	NS
Hemicelulosa (%)	20.6 ± 3.6	22.3 ± 5.6	NS
Calcio (%)	3.8 ± 1.2	3.9 ± 1.1	NS
Magnesio (%)	0.8 ± 0.2	0.7 ± 0.1	NS
Sódio (%)	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	NS
Potasio (%)	0.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.6 <sup>b</sup>	d
Fósforo (%)	1.2 ± 0.4	1.3 ± 0.4	NS
Cobre (PPM)	121.9 ± 105.4	153.8 ± 100.7	NS
Manganeso (PPM)	222.5 ± 77.7	218.8 ± 65.6	NS
Zinc (PPM)	22.4 ± 21.8	19.7 ± 7.0	NS
Fierro (PPM)	2431.1 ± 1190.7	3041.0 ± 1870.5	NS
Molibdeno (PPM)	---	---	-
Cobalto (PPM)	---	---	-

c = (P < 0.05), d = (P < 0.01)

CUADRO 2. COMPOSICION DE LAS HECES DE BOVINOS LECHEROS  
(BASE SECA)

COMPONENTE	TIPO DE HECES			SIGNIF.
	LACTACION	SECAS	ACUMULADO	
Materia Seca (%)	15.2 ± 1.8 <sup>a</sup>	16.1 ± 2.8 <sup>a</sup>	65.7 ± 9.6 <sup>b</sup>	d
Proteína Cruda (%)	14.3 ± 2.4	12.4 ± 3.2	13.9 ± 1.5	NS
Materia Mineral (%)	19.7 ± 4.9 <sup>a</sup>	19.8 ± 1.8 <sup>a</sup>	26.8 ± 4.6 <sup>b</sup>	d
DISMS (%)	48.4 ± 6.0	48.5 ± 8.4	43.0 ± 5.8	NS
DISMO (%)	47.1 ± 6.4 <sup>a</sup>	44.9 ± 7.7 <sup>a</sup>	36.3 ± 5.5 <sup>b</sup>	d
FDN (%)	62.1 ± 4.2 <sup>a</sup>	68.0 ± 5.9 <sup>b</sup>	61.8 ± 6.4 <sup>a</sup>	c
FDA (%)	40.1 ± 5.3 <sup>a</sup>	45.9 ± 5.5 <sup>b</sup>	43.7 ± 2.6 <sup>ab</sup>	c
Lignina FDA (%)	14.4 ± 3.7	13.6 ± 1.8	12.5 ± 1.0	NS
Sílice (%)	9.7 ± 2.3	9.3 ± 3.0	10.4 ± 4.3	NS
Celulosa (%)	17.5 ± 3.4 <sup>a</sup>	23.3 ± 3.6 <sup>b</sup>	19.5 ± 3.8 <sup>ab</sup>	d
Hemicelulosa (%)	22.0 ± 5.6	22.1 ± 2.2	17.5 ± 6.2	NS
Calcio (%)	2.7 ± 0.7	2.7 ± 0.4	3.3 ± 1.4	NS
Magnesio (%)	0.5 ± 0.2	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.1	NS
Sodio (%)	0.3 ± 0.1 <sup>ab</sup>	0.2 ± 0.1 <sup>b</sup>	0.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	d
Potasio (%)	0.9 ± 0.5 <sup>b</sup>	0.6 ± 0.2 <sup>b</sup>	1.7 ± 0.7 <sup>a</sup>	d
Fósforo (%)	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.1	NS
Cobre (PPM)	32.9 ± 19.1	42.9 ± 43.6	32.7 ± 13.2	NS
Manganeso (PPM)	163.9 ± 56.9	165.8 ± 52.5	171.0 ± 66.6	NS
Zinc (PPM)	75.8 ± 54.6	78.8 ± 49.2	85.8 ± 28.9	NS
Fierro (PPM)	1871.6 ± 866.2	1826.5 ± 827.8	2574.4 ± 1144.7	NS
Molibdeno (PPM)	---	---	---	—
Cobalto (PPM)	---	---	---	—

c = (P < 0.05), d = (P < 0.01).

CUADRO 3. COMPOSICION DE LAS HECES DE PORCINOS  
(BASE SECA)

COMPONENTE	TIPO DE HECES			SIGNIF.
	INICIACION	FINALIZACION	REPRODUCTORAS	
Materia Seca (%)	28.4 ± 3.3 <sup>a</sup>	28.5 ± 3.7 <sup>a</sup>	38.5 ± 10.7 <sup>b</sup>	d
Proteína Cruda (%)	27.3 ± 3.3 <sup>a</sup>	26.5 ± 4.1 <sup>a</sup>	18.9 ± 6.3 <sup>b</sup>	d
Materia Mineral (%)	19.3 ± 2.9 <sup>a</sup>	21.6 ± 4.5 <sup>a</sup>	39.1 ± 18.5 <sup>b</sup>	d
DISMS (%)	78.4 ± 5.8 <sup>a</sup>	77.2 ± 4.1 <sup>a</sup>	85.6 ± 5.9 <sup>b</sup>	d
DISMO (%)	78.8 ± 5.9 <sup>a</sup>	76.5 ± 4.4 <sup>a</sup>	86.8 ± 5.4 <sup>b</sup>	d
FDN (%)	39.7 ± 4.5 <sup>a</sup>	45.3 ± 4.4 <sup>ab</sup>	48.4 ± 9.7 <sup>b</sup>	c
FDA (%)	18.0 ± 3.4 <sup>a</sup>	23.2 ± 4.9 <sup>a</sup>	34.7 ± 12.6 <sup>b</sup>	d
Lignina FDA (%)	3.6 ± 1.9 <sup>a</sup>	5.6 ± 1.4 <sup>b</sup>	3.7 ± 2.4 <sup>a</sup>	c
Sílice (%)	3.4 ± 2.2 <sup>a</sup>	3.5 ± 1.8 <sup>a</sup>	16.2 ± 15.2 <sup>b</sup>	d
Celulosa (%)	11.4 ± 2.9	12.7 ± 4.8	14.4 ± 7.2	NS
Hemicelulosa (%)	21.3 ± 3.6	22.1 ± 3.9 <sup>a</sup>	15.2 ± 5.4 <sup>b</sup>	d
Calcio (%)	4.6 ± 1.0	5.2 ± 1.1	4.7 ± 1.1	NS
Magnesio (%)	0.7 ± 0.2	0.8 ± 0.2	0.9 ± 0.3	NS
Sodio (%)	0.4 ± 0.3	0.3 ± 0.1	0.4 ± 0.2	NS
Potasio (%)	1.0 ± 0.4 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.2 <sup>ab</sup>	0.7 ± 0.2 <sup>b</sup>	d
Fósforo (%)	1.4 ± 0.7	1.6 ± 0.4	1.5 ± 0.5	NS
Cobre (PPM)	708.2 ± 1509.0	273.1 ± 139.1	316.4 ± 731.6	NS
Magnesio (PPM)	196.5 ± 40.8	237.7 ± 47.5	224.6 ± 41.7	NS
Zinc (PPM)	241.4 ± 252.7	768.1 ± 301.0	889.9 ± 1241.7	NS
Fierro (PPM)	2709.2 ± 1451.9	2162.3 ± 594.3	3032.0 ± 1054.0	NS
Molibdeno (PPM)	---	---	---	-
Cobalto (PPM)	---	---	---	-

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la valiosa colaboración del Dr. René Rosiles M. y de la F.M.V.Z. - U.N.A.M. en la realización de este trabajo.

## SUMMARY

Samples of animal feces were collected to determine the nutritional characteristics of: (1) feces from milking dairy cows, (2) feces from dry dairy cows, (3) piled feces from dairy cattle, (4) feces from fattening bulls, (5) piled feces from dry lot, (6) feces from growing pigs, (7) feces from finishing pigs, and (8) feces from bred sows. 10 samples of each type were collected and analyzed for dry matter (DM), minerals (MM), crude protein (CP), fiber fractions (cell wall, acid detergent fiber, lignin, cellulose, hemicellulose and silica), *in situ* digestibility of DM and organic matter (OM), calcium, magnesium, sodium, potassium, phosphorus, copper, manganese, zinc, iron, molybdenum and cobalt.

Piled feces had higher dry matter content. CP content of swine feces was higher than that of bovines and also was higher ( $P < 0.01$ ) for feces from growing and finishing pigs compared with that of bred sows. Mineral content was consistently higher in piled feces compared with fresh material from dairy cattle of fattening bulls and also was higher for feces from bred sows than that of growing or finishing pigs. DM and OM digestibilities were higher for swine feces than for bovine, possibly for its lower content of cell wall constituents, particularly lignin. The content of mineral elements was very variable among type of samples and among samples of the same type; high levels of copper were detected in feces from growing pigs, possibly do to utilization of copper salts as growth promoters.

## LITERATURA CITADA

1. ADAMS, V., 1973. Finds good gains in his "Exotic" feed. *Livestock Breeder Journal*. (Nov.)
2. ANTHONY, W.B., 1974 Nutritional value of cattle waste for cattle. *Federation Proceedings* 36, (8).
3. AOAC, 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 13th Ed., Washington, DC, USA

4. EL SABBAN, F.F., J.W. BRATZLER, T.A., LONG, D.E.H. THEAR and R. F. GENTRY, 1970. Value of processed poultry waste as a feed for ruminants. *J. Anim. Sci.* 31:107-111

5. GOERING, H.K. and P.J. VAN SOEST, 1970. Forage fiber analyses *Agricultural handbook* No. 379, ARS-USDA, Washington, DC, USA

6. GUERRERO, A.F., J.A. CUARON y A. MONROY, 1985. Disponibilidad del cobre ante el reciclaje de excretas porcinas en ratas y borregos. Mem de la Reunión de Invest. Pec. en México. INIFAP UNAM-MEXICO.: 145

7. JUAREZ, S.M.A., E. GUTIERREZ, M. PEREZ, C. CORTES Y F. CASTILLO. 1985. Manual de procedimientos para el análisis de minerales en forrajes. *Laboratorio de minerales* INIP-SARH, México.

8. LUCAS, D.M., J.P. FONTENOT and K.E. WEBB, 1975. Composition and digestibility of cattle fecal waste. *J. Anim. Sci.* 41:1480.

9. NEWTON, G.L., P.R. UTLEY, R.J. RITTER and W.C. McCORMICK, 1975. Feeding wastelage and digestibility of wastelage and dried wastediets. *J. Anim. Sci.* 41:242.

10. ORSKOV, E.R., F.D. DEV HOVEL and F. MOULD, 1980. Uso de la Técnica de la bolsa de nylon para la valuación de alimentos *Prod. Anim. Trop.* 5:213.

11. PALACIOS, A.O., V. MELGAREJO, C., SANCHEZ, C., MALAGON Y P.D. HURLEY 1982. Análisis de las características nutritivas del estiércol de bovino. VIII Congreso Nacional de Buiatría, Veracruz, Ver., México.

12. PRESTON, T.R. y M.B. WILLIS, 1974. Producción intensiva de carne *Ed. Diana*, México, D.F., México.

13. PRICE, J. and J.K. CHESTER, 1985. A new bioassay for assessment in a study of the effect of molybdenum on the distribution of available Cu in ruminant digesta. *Brit. J. of Nutr.* 53:323.

14. RODRIGUEZ, G.F., 1976. The nutritive value of plant cell wall material recovered from bovine feces, *thesis*, North Carolina State University, Raleigh, N.C., USA.

15. SHIMADA, S.A., 1983. Fundamentos de nutrición animal comparativa, Armando S. Shimada, Dist. PAIPEME, México, D.F., México.
16. SMITH, L.W., 1973. Nutritive evaluations of animal manure. Symposium Processing Agricultural and Municipal Wastes. *Avi Publishing Co.*, Westport, Conn., USA.
17. STEEL, R.G.C. and J.H. TORRIE, 1980. Principles and procedures of statistics, *McGraw-Hill Book Co. Inc.*, New York, N.Y., USA.
18. VAN RYSSEN, J.B.J., and W.J. STIELAU, 1981. Effect of different levels of dietary molybdenum on copper and molybdenum metabolism in sheep fed high levels of Cu. *Brit. J. of Nutr.* 45:203.
19. VELAZQUEZ, O.G., 1981. Situación de la ganadería de engorda en el Estado de México. Avances en la nutrición y manejo de bovinos de carne en confinamiento. Ciclo de Conferencias, Toluca, Estado de México, Méx.
20. WARD, G.M., D.E. JOHNSON and N.W. KIENHOLZ, 1974. Nutritional properties of feedlot manure fractionated by Cereco Process, 3rd Internacional Symposium on Livestock Wastes, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Mi., USA.
21. WARD, M.G., D.E. JOHNSON and R.D. BOYD, 1975. Nutritional value of Cereco silage and cereco protein for steers, *Feedstuffs*, March. 47 (22).
22. WORTMAN, S. and R.W. CUMMINGS, J.S., 1979. To feed this world, the Challenge and the strategy. *The Johns Hopkins University Press*, Baltimore, Maryland, USA.