

# El uso de cama de pollo de buena calidad mejora la productividad de bovinos en crecimiento en engorda intensiva

## Using high quality poultry litter for growing beef cattle in an intensive feeding system increases animal performance

Homero Morales Treviño<sup>a</sup>, Erasmo Gutiérrez Ornelas<sup>a</sup>, Hugo Bernal Barragán<sup>a</sup>

### RESUMEN

Se realizaron trabajos para evaluar la calidad de 19 muestras de cama de pollo (CP), procedentes de 15 granjas y el efecto de su inclusión en dietas para ganado en crecimiento. Coeficientes de variación mayores al 10 % fueron encontrados para cenizas, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente (ADF) y proteína cruda (PC) indigestible en ADF; menor variación mostraron los contenidos de materia seca (MS), materia orgánica y PC. Existieron diferencias ( $P < 0.05$ ) en la digestibilidad *in vitro* de la MS y de la materia orgánica entre camas, y a mayor porcentaje de PC aumentó la concentración de energía metabolizable ( $P < 0.01$ ). Durante 84 días, se incluyeron tres niveles de CP (0, 15 y 30 %) a la dieta de 33 toretos Holstein en crecimiento ( $n = 11$  por dieta); dichos niveles no afectaron ( $P > 0.05$ ) los aumentos de peso ni la conversión alimenticia. El consumo de alimento, se incrementó en forma lineal en 24 g/día por cada unidad porcentual de CP. Los costos de alimentación por kilogramo de ganancia se redujeron proporcionalmente ( $P < 0.05$ ) al incremento del nivel de CP. La cama de pollo de buena calidad debe contener máximo 18 % de cenizas y mínimo 31 % de PC. Es posible utilizar hasta un 30 % de cama de pollo en las raciones de bovinos en crecimiento sin afectar el comportamiento animal en forma significativa.

**PALABRAS CLAVE:** Cama de pollo, Pollinaza, Ganado de carne.

### ABSTRACT

Nineteen samples of poultry litter (PL) from 15 broiler farms were used to measure the variation of dry matter (DM), ash, organic matter (OM), acid detergent fiber (ADF), crude protein (CP), *in vitro* digestibility of DM and OM (IVDMD and IVOMD), indigestible CP in ADF (ICPADF), neutral detergent fiber (NDF) and hemicellulose. All the analysis were made by duplicated. Data in (%) were: DM  $85.7 \pm 5.5$ ; ash  $18.6 \pm 2.6$ , OM  $81.4 \pm 2.6$ ; CP  $31.6 \pm 2.3$ ; IVDMD  $76.1 \pm 3.2$ ; IVOMD  $72.7 \pm 3.6$ ; ICPADF  $3.2 \pm 0.7$ ; NDF  $28.9 \pm 5.7$ ; hemicellulose  $15.2 \pm 4.0$ . These analysis showed a high variation among the different PL for all the measurements. The PL was included at three different levels (0, 15 and 30%) in order to evaluate the performance of 33 growing Holstein bulls ( $220 \pm 36$  kg initial weight). The trial lasted for 84 days. Eleven bulls were assigned to each diet in a completely randomized design including the initial body weight (BW) as covariable. Average daily gain (1.17, 1.27 y 1.17 kg/animal) and feed efficiency (6.00, 5.78 y 6.46) were not affected ( $P > 0.05$ ) by level of PL. Dry matter intake increased linearly ( $P < 0.01$ ) due to de PL level, increasing in 24 g/day for each percent unit of PL included in the diet. Likewise, DM feed intake was increased in 0.32 g/kg BW<sup>0.75</sup>. It is possible to use up to 30% of PL in the growing diets without reducing bull performance. Cost of gain was reduced in 18.4 % ( $P < 0.05$ ) even when DM intake was increased with the PL.

**KEY WORDS:** Poultry litter, Chicken manure, Beef cattle.

### INTRODUCCIÓN

Los excrementos de los animales han demostrado ser una fuente valiosa de proteína cruda (PC) y

### INTRODUCTION

It has been shown that animal manure can be a valuable source of crude protein (CP) and energy

Recibido el 22 de junio de 2001 y aceptado para su publicación el 15 de octubre de 2001.

<sup>a</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Tónala 135 Residencial Anahuac, Apartado Postal No. 358, 66450 San Nicolás de los Garza Nuevo León, México. Correspondencia y solicitud de separatas al primer autor.

energía para los rumiantes<sup>(1)</sup>. El principal compuesto nitrogenado presente en la cama de pollo (CP) o pollinaza es el ácido úrico, el cual es utilizado como fuente de proteína degradable en el rumen (PDR), ya que es eficientemente utilizado por los microorganismos ruminales<sup>(2)</sup>. La CP es además una fuente de minerales en cantidades importantes, y su contenido de fibra permite reducir las cantidades de forraje en dietas para ganado en engordas intensivas<sup>(3)</sup>.

La variación en los componentes del análisis proximal para la CP es mayor que en los alimentos convencionales. Al analizar 150 muestras de CP por un lapso de tres años, el 36 % de las muestras contenían menos del 20 % de cenizas y 28 % de PC; el 52 % contenían entre 20 y 30 % de cenizas y el 20 % de PC, y el 12 % contenían más del 30 % de cenizas y el 16 % de PC<sup>(4)</sup>.

Información existente indica que el nivel de CP en la dieta no afecta negativamente el consumo de materia seca (CMS)<sup>(5,6)</sup>. Otros investigadores han mencionado un incremento en el CMS con la adición de CP en las dietas<sup>(7)</sup>; sin embargo, en algunos trabajos tiende a ser menor<sup>(8)</sup>. Esto es de esperarse por la heterogeneidad de la cama en cuanto a humedad, que ocasiona la presencia de NH<sub>3</sub> que puede afectar adversamente el olor o la gustosidad<sup>(9)</sup>.

Algunos investigadores mencionan que el aumento diario de peso (ADP) disminuye a medida que se incrementa el nivel de CP en la ración y la conversión alimenticia fue menos eficiente<sup>(5,10)</sup>; sin embargo, las raciones con un alto contenido de CP fueron más económicas<sup>(10)</sup>. El bajo comportamiento del ganado consumiendo raciones con CP parece ser resultado de un bajo consumo de alimento<sup>(11)</sup>, así como por las altas variaciones en sus componentes químicos.

Muchas investigaciones presentan resultados muy variables en el comportamiento del ganado alimentado con CP, por lo que su uso no ha sido del todo recomendado; sin embargo, si se realiza previamente una estimación del valor nutritivo, es posible hacer una utilización eficiente de dicho subproducto en la alimentación animal.

for ruminants<sup>(1)</sup>. The main nitrogen compound that is present in poultry litter (PL) or chicken manure is the uric acid that is used as a source of degradable protein in the rumen (RDP), since it is used efficiently by the rumen micro-organisms<sup>(2)</sup>. The poultry litter is also a source of important amounts of minerals and its content of fiber permits a reduction of the forage quantities for cattle in intensive finishing<sup>(3)</sup>.

Variation in the components of the proximal analysis for PL is greater than that found in conventional feeds. When 150 samples of PL were analysed during a period of three years, 36 % of the samples had less than 20 % ash and 28 % crude protein; 52 % had between 20 – 30 % ash and 20 % crude protein, and 12 % had more than 30 % ash and 16 % crude protein<sup>(4)</sup>.

Existing information indicates that the level of PL in the diet does not affect negatively the consumption of dry matter (DMC)<sup>(5,6)</sup>. Other researchers have mentioned an increase in the DMC with the addition of PL in the diets<sup>(7)</sup>; nevertheless, in certain studies the findings were that it was reduced<sup>(8)</sup>. This should be expected due to the heterogeneity of the litter humidity that causes the presence of NH<sub>3</sub> that can adversely affect odour and palatability<sup>(9)</sup>.

Some researchers mention the fact that the daily weight increase (DWG) is reduced as the level of PL in the ration increases and the feed conversion is less efficient<sup>(5,10)</sup>, nevertheless, the rations with a high PL were more economical<sup>(10)</sup>. The low yield of cattle consuming rations with PL seems to be the result of low feed consumption<sup>(11)</sup>, as well as the high variations in their chemical components.

Many research studies present variable results in the behaviour of the cattle fed with PL and therefore its use has not been recommended too much; nevertheless if an estimate of the nutritional value is performed previously, it is possible to use this by-product efficiently in animal feeding.

The objectives of this study were the determination of the quality of the poultry litter by conventional chemical analysis and evaluate the effect of the good quality poultry litter on performance of growing Holstein bulls.

Por lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron determinar la calidad de la cama de pollo a partir de análisis químicos convencionales y subsecuentemente evaluar el efecto de una cama de pollo de buena calidad sobre el comportamiento de toretes Holstein en crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron mediante un muestreo aleatorio 19 muestras de CP sin procesar, provenientes de 15 granjas del estado de Nuevo León, las cuales representan el 10 % de las granjas del estado<sup>(12)</sup>. Las muestras fueron colectadas en un periodo de dos meses y clasificadas como muestras independientes, sin considerar posibles factores que afectan su composición: material utilizado para la cama (aserrín, cáscara de arroz), tiempo de almacenamiento, y edad de las aves, etc. Todas las muestras fueron molidas usando un molino Willey con malla de 2 mm.

Las muestras fueron analizadas por duplicado, para materia seca (MS), cenizas, materia orgánica (MO) y PC<sup>(13)</sup>. Se determinaron componentes de la pared celular como fibra neutro detergente (NDF), fibra ácido detergente (ADF) y PC indigestible en ADF (PCIADF). Solamente se analizaron siete muestras para NDF, considerando aquéllas que resultaron con los valores altos, intermedios y más bajos de ADF y PCIADF<sup>(14)</sup>.

Se determinó la digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) y de la MO (DIVMO), utilizando líquido ruminal y pepsina de acuerdo a la técnica de dos fases<sup>(15)</sup>. Se realizaron dos incubaciones de cada muestra por duplicado, utilizando líquido ruminal de dos toros Holstein fistulados. Estos animales fueron previamente adaptados a dietas conteniendo un 30 % de cama de pollo, utilizadas en la prueba de alimentación. Para cada incubación se utilizó una mezcla de líquido ruminal de ambos toros en proporciones aproximadas al 50 %. La estimación de los valores energéticos de la cama de pollo fue realizada utilizando los métodos propuestos en otras investigaciones<sup>(16,17)</sup>.

Los componentes químicos de la CP se analizaron utilizando estadística descriptiva<sup>(18)</sup>. Los valores de

## MATERIALS AND METHODS

Nineteen samples of unprocessed PL were taken by random sampling, in 15 farms in the state of Nuevo Leon, representing 10 % of the farms in the state<sup>(12)</sup>. The samples were collected during two months and classified as independent samples, without taking into consideration factors that could possibly affect their composition: materials used for the litter (sawdust, rice hulls), time of storage and the poultry age, etc. All samples were ground using a Willey Mill with 2 mm mesh.

The samples were analysed in duplicate, for the content of dry matter (DM), ash, organic matter (OM) and CP<sup>(13)</sup>. The cell wall components such as neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and indigestible CP in acid detergent fiber (ICPADF) were analysed. Only seven samples were analysed for NDF, taking into consideration those with the highest, intermediate and lower ADF and ICPADF values<sup>(14)</sup>.

The *in vitro* digestibility of dry matter (IVDMD) and the OM (IVOMD) were determined using rumen liquid and pepsin according to the two phase technique<sup>(15)</sup>. Two incubations were performed for each duplicate sample, using rumen liquid of two Holstein bulls with fistula. These animals had been previously adapted to the 30 % poultry litter diets that were used in the feeding test. A mixture of rumen liquid from both bulls in a proportion of approximately 50 % was used for each incubation. The estimate of the energy values of the poultry litter was obtained using the methods proposed in other research projects<sup>(16,17)</sup>.

The chemical components of the PL were analysed using descriptive statistics<sup>(18)</sup>. The *in vitro* digestibility values of the 19 PL samples were analysed in a completely random design, where the incubation was taken as a repetition. In order to identify good quality litter, by chemical analysis, a correlation analysis was performed of the ashes, CP and ADF, with the estimated values of metabolizable energy (ME) from the *in vitro* digestible OM.

A performance trial was conducted in the experimental station of the Agronomy Department

digestibilidad *in vitro* de las 19 muestras de CP se analizaron con un diseño completamente al azar, donde la incubación se consideró como repetición. Para identificar camas de pollo de buena calidad, a partir de análisis químicos, se realizó un análisis de correlación de los contenidos de cenizas, PC y ADF, con los valores estimados de EM a partir de la MO digestible *in vitro*.

La prueba de comportamiento se realizó en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicados en los municipios de Marín y de Escobedo N.L., México. Se utilizó CP sin procesar, proveniente de granjas avícolas de la región. Se utilizaron 33 toretes Holstein con un peso inicial de  $220 \pm 36$  kg, alojados en corrales individuales de 50 m<sup>2</sup> equipados con comedero y bebedero. Los animales fueron vacunados contra carbón sintomático, edema maligno y septicemia hemorrágica, desparasitados con Clorhidrato de L-Levamisol y vitaminados con 1,000,000 UI de vitamina A, 150,000 UI de vitamina D3 y 100 UI de vitamina E.

Se proporcionaron tres dietas de adaptación por un período de siete días cada una. Al inicio, estas dietas fueron relativamente bajas en energía, la cual se fue incrementando sistemáticamente al aumentar el contenido de grano de un 34 % hasta un 54 %, a expensas del heno de sorgo. La cantidad de melaza en las tres dietas permaneció constante (8 %), así como la cantidad de urea (0.5 %). La cantidad de CP en esta fase se incrementó de 10, a 15 % de la dieta.

Las dietas durante el período de adaptación, y durante la prueba, se ofrecieron dos veces al día, proporcionando el alimento a libre acceso. Los animales se pesaron cada 28 días a las 0900 en una báscula mecánica con capacidad de 1,000 kg y con una división mínima de 200 g. Al inicio y al final de la prueba los animales fueron pesados dos días consecutivos y se registró el peso promedio.

Tres raciones que difirieron en su nivel de CP (0, 15 y 30 %) fueron evaluadas durante 84 días (Cuadro 1). El tratamiento sin cama contenía el 0.5 % de urea con la finalidad de tener una fuente de NNP

at the Universidad Autónoma de Nuevo León, located in Marín and Escobedo Nuevo León, México. The poultry litters (PL) samples came from poultry farms of the region and were used unprocessed. Thirty three Holstein steers with an initial weight of  $220 \pm 36$  kg were placed in 50 m<sup>2</sup> individual pens with feeding and drinking troughs. The animals were vaccinated against blackleg, malignant oedema and haemorrhagic septicaemia, treated for parasites with Chlorhydrate of L-Levamisol and given vitamins with 1,000,000 IU of Vitamin A, 150,000 IU of Vitamin D<sub>3</sub> and 100 IU of Vitamin E.

Three adaptation diets of seven days each were given to the animals. In the beginning these diets were relatively low in energy content, and it was increased systematically with the increase of grain content from 34 % to 54 %, replacing the sorghum hay. The quantity of molasses in the three diets remained constant (8 %), as well as the amount of urea (0.5 %). The amount of PL in this phase was increased from 10 to 15 % of the diet.

During the adaptation period and performance trial, diets were offered twice daily, *ad libitum*. The animals were weighed every 28 days at 0900 with a mechanical 1,000 kg scale with 200 g ranges. At the beginning and the end of the trial, animals were weighed on two consecutive days and the average weight was recorded.

During 84 days, three rations that had different levels of PL (0, 15 and 30 %) were evaluated (Table 1). The treatment without litter contained 0.5 % of urea in order to have available a source of NPN and thus insure the amount of RDP for the rumen microorganisms. The diets had approximately 15 % of chopped forage at a length particle size of approximately 2.5 cm. The level of forage in the diets were set according their level of PL since they were formulated taking into consideration that all the diets should have a similar NDF content. All the diets were formulated so as to comply with the NRC<sup>(19)</sup> requirements for medium frame animals, with an average weight of 270 kg and daily weight gain (DWG) of 1.2 kg. Consumption was recorded

USO DE CAMA DE POLLO EN BOVINOS EN CRECIMIENTO

Cuadro 1. Raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de toretes Holstein alimentados con tres niveles de cama de pollo

Table 1. Rations used to evaluate the performance of Holstein bulls fed with three levels of poultry litter

	Cost	Level of poultry litter (%)		
		0	15	30
		-----kg-----		
Ground sorghum	1.23	63.80	53.09	46.35
Cottonseed meal	2.20	9.71	7.31	0.47
Poultry litter	0.50	-----	15.00	30.00
Sorghum hay	0.90	16.10	15.27	14.43
Molasses	1.20	8.00	8.00	8.00
Calcium carbonate	1.00	1.14	0.58	-----
Salt	1.20	0.50	0.50	0.50
Urea	2.40	0.50	-----	-----
Minerals and vitamins pre-mix*	6.14	0.25	0.25	0.25
Total		100.00	100.00	100.00
Chemical composition:				
Dry matter, %		87.32	87.13	86.83
Crude protein, %		13.99	15.01	15.96
RDP, %		8.22	9.44	11.10
By-pass protein, %		5.76	5.64	4.87
Total digestible nutrients, %		75.75	74.36	72.93
Metabolizable energy Mcal/kg		2.74	2.69	2.64
Net energy for maintenance, Mcal/kg		1.81	1.77	1.72
Net energy for gain Mcal/kg		1.19	1.15	1.10
Neutral detergent fiber, %		22.24	23.90	24.80
Acid detergent fiber, %		8.41	9.62	10.07
Calcium, %		0.66	0.90	1.13
Phosphorus, %		0.39	0.59	0.75

\* Every 2 kg contains: Vit. A (7'500,000 IU); Vit. D3 (1'000,000 IU); Vit. E (3,000 IU); Thiamine (1,000 mg); Niacin (1,750 mg); Anti-oxidant (25 g); Mg (20 g); Mn (25 g); Zn (20 g); Fe (30 g); Cu (5 g); I (0.5 g); Se (25 mg); Co (100 mg).

RDP= Rumen degradable protein.

disponible y asegurar la cantidad de PDR para los microorganismos ruminales. Las dietas tenían alrededor del 15 % de forraje picado a un tamaño aproximado de 2.5 cm. El nivel de forraje en las dietas dependía del nivel de CP, ya que se formularon considerando que todas las dietas tuvieran un contenido similar de NDF. Todas las dietas fueron formuladas para cumplir con los requerimientos que marca el NRC<sup>(19)</sup> para animales de talla mediana con un peso promedio de 270 kg y aumentos diarios de peso (ADP) de 1.2 kg. El registro de consumo fue individual, considerando el alimento ofrecido menos el alimento rechazado semanalmente.

individually, taking into consideration the weekly offered feed minus the rejected feed.

The 33 steers were stratified according to initial live weight and date of entry into the study in order to assign them to the corresponding treatments. Each steer was considered as an experimental unit. A completely randomized design with covariance was used in order to discard the influence of the initial weight over the evaluated variables, with three treatments and 11 repetitions. The analysed variables were: DWG, DMC and feed conversion. A multiple linear regression analysis was performed including

Los 33 toretes fueron estratificados por peso vivo inicial y fecha de ingreso a la prueba, para asignarlos a los tratamientos correspondientes. Cada torete fue considerado como una unidad experimental. Se utilizó un diseño completamente al azar con covarianza para descartar la influencia del peso inicial sobre las variables evaluadas, constando de tres tratamientos con 11 repeticiones. Las variables analizadas por varianza fueron: ADP, CMS y conversión alimenticia. Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple incluyendo el nivel de CP y los promedios del peso vivo y ADP como variables independientes, sobre el CMS, utilizando el programa Harvey<sup>(20)</sup>.

## RESULTADOS

Existió una gran variación en todas las características analizadas de la CP (Cuadro 2). El contenido de MS fue de 85.7 %. El contenido de cenizas alcanzó hasta un 24.1 %; sin embargo, 18 de las 19 muestras contenían entre el 15.0 y 22.0 %. Todas las muestras tuvieron un contenido superior al 25.8 % de PC y el 89.4 % fueron superiores al 30.0 %. Se encontró un valor de 3.2 % de PCIADF en base seca, que corresponde aproximadamente al 10 % de la PC. Se obtuvo una media para ADF de 14.8 %, con un

the level of PL and the average live weights and DWG as independent variables, on the DMC using the Harvey <sup>(20)</sup> program.

## RESULTS

There was a great variation for the analyzed characteristics of the PL (Table 2). The mean content of DM was 85.7 %. The content of ash reached up to 24.1 %; nevertheless, 18 of the 19 samples contained between 15.0 and 22.0 %. All the samples had a content above 25.8 % of CP and 89.4 % were above 30.0 %. The dry matter basis value of ICPADF was 3.2 %, which corresponds approximately to 10 % of the CP. The ADF mean was 14.8 %, with a range of 8.2 to 20.3 %. The hemicellulose mean was 15.2 %. The seven samples that were analysed had an average of 28.9 % NDF. Differences were found for IVOMD ( $P < 0.01$ ) where the mean was 72.7 %. The average of the digestible OM was 59.1 % with a variation of 20 %.

When ME was correlated with the different chemical components of the PL (Table 3) it was found that for each percentage unit that protein was incremented from 26 to 35 %, the value of the ME increased 0.030 Mcal/kg ( $P < 0.01$ ;  $r^2 = 0.59$ ). In a similar

Cuadro 2. Análisis proximal de fracciones de fibra\* y de digestibilidad de 19 muestras de cama de pollo en base seca (%)  
Table 2. Proximal analysis, fiber fractions\* and digestibility of 19 litter samples (dry basis, %)

	Mean	Minimum	Maximum	EE
Dry matter	85.7	72.4	91.4	5.5
Ash	18.6	14.5	24.1	2.6
Organic matter	81.4	76.0	85.5	2.6
Crude protein	31.6	25.8	34.9	2.3
Neutral detergent fiber	28.9	19.6	34.2	5.7
Hemicellulose	15.2	11.4	22.9	4.0
Acid detergent fiber	14.8	8.2	20.3	2.6
ICPADFa	3.2	1.9	4.2	0.7
IVDMD <sup>b,c</sup>	76.1	69.2	80.0	3.2
IVOMD <sup>b,d</sup>	72.7	64.8	78.1	3.6
Digestible organic matter	59.1	53.9	65.1	3.2

\* Van Soest *et al.*,<sup>(14)</sup>

a Indigestible crude protein in acid detergent fiber

b ( $P < 0.05$ ) between the litters

c *In vitro* dry matter digestibility

d *In vitro* organic matter digestibility

rango de 8.2 a 20.3 %. Se encontró una media de 15.2 % para hemicelulosa. En las siete muestras analizadas el promedio de NDF fue de 28.9 %. Se encontraron diferencias ( $P < 0.01$ ) para DIVMO, donde la media fue de 72.7 %. El promedio de la MO digestible fue de 59.1 % con una variación del 20 %.

Al correlacionar el contenido de EM con los diferentes componentes químicos de la CP (Cuadro 3) se encontró que por cada unidad porcentual que se incrementa la proteína del 26 al 35 %, el valor de la EM aumenta en 0.030 Mcal/kg ( $P < 0.01$ ;  $r^2 = -59$ ). En forma similar, por cada unidad porcentual que se incrementa el contenido de cenizas, el valor de la EM disminuye en 0.018 Mcal/kg ( $P < 0.07$ ;  $r^2 = -42$ ). Así mismo por cada unidad porcentual que se incrementa el contenido de ADF más cenizas, el valor de la EM disminuye en 0.019 Mcal/kg ( $P < 0.01$ ;  $r^2 = -61$ ).

No existió diferencia ( $P > 0.05$ ) para los aumentos de peso por efecto de los niveles de CP (Cuadro 4), ni por efecto del peso inicial. Los ADP de los animales que recibieron dietas con el 30 % de cama fueron iguales que el testigo (1.17 kg/día). La conversión alimenticia y los aumentos de peso tendieron a ser mejores en los animales alimentados con la dieta del 15 % de CP ( $P > 0.05$ ).

Al corregir el consumo de alimento por el peso inicial se encontró un menor consumo para los

way, for each percentage unit the content of ADF plus ashes increases, the value of ME is reduced by 0.019 Mcal/kg ( $P < 0.01$ ;  $r^2 = -0.61$ ).

There was no difference ( $P > 0.05$ ) for daily weight gains due to the effect of the levels of PL (Table 4), or of the initial weight. The DWG of the animals with 30 % litter diets were the same as the control (1.17 kg/day). The feed conversion and the weight gains tended to be better in the animals fed with the 15 % PL diet ( $P < 0.05$ ).

When the feed consumption was corrected for initial weight, a reduced consumption was found in the animals fed without poultry litter diet, while there was a higher consumption in steers with a 30 % poultry litter diet, showing this a linear effect ( $P < 0.01$ ).

In the performance trial, the IVDMD and IVOMD of the diets were reduced whenever the PL level was increased, and it was attributed to its low digestibility, that was 76.1 % and 72.7 % for IVDMD and IVOMD, respectively.

The contents of ME, net energy for maintenance (NE<sub>m</sub>) and net energy for gain (NE<sub>g</sub>) in the diets, calculated from the laboratory analysis, are shown on the Table 5. The daily energy consumption per animal was determined by the DM consumption and the energy concentration in the diet. The consumption of ME and protein were similar or

Cuadro 3. Correlaciones de los contenidos de digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y energía metabolizable con diferentes análisis químicos en 19 muestras de cama de pollo

Table 3. Correlation coefficients of the digestibility contents of dry matter (IVDMD), organic matter (IVOMD) and metabolizable energy (ME) with different chemical analysis in 19 poultry litter samples

	IVDMD	IVOMD	ME
Organic matter	0.27	0.18	0.42*
Crude protein	0.56**	0.62***	0.59***
Ash	-0.26	-0.18	-0.42*
Acid detergent fiber	-0.49**	-0.47**	-0.43*
Acid detergent fiber + ash	-0.26	-0.32	-0.61***

\* $P < 0.10$

\*\* $P < 0.05$

\*\*\* $P < 0.01$

Cuadro 4. Crecimiento de toretes Holstein alimentados con tres niveles de cama de pollo

Table 4. Performance of Holstein bulls fed with three levels of poultry litter

	Levels of poultry litter (%)			VC	Prob
	0	15	30	(%)	
Live weight, kg					
Initial	214.0	224.4	211.5	17.2	0.80
Final	318.0	327.0	318.0	6.6	0.55
Average daily gain, kg	1.17	1.27	1.17	20.6	0.55
Intake animal/day, kg	6.71	7.07	7.34	10.5	0.01*
g DM/kg PV <sup>0.75</sup>	101.17	105.84	111.00	8.8	0.07
Protein, kg	0.92	1.10	1.17	11.5	0.01
Degradable protein in rumen, kg	0.55	0.67	0.81	11.5	0.01
ME, Mcal	19.53	19.93	19.67	11.7	0.08
Feed conversion (dry basis)	6.00	5.78	6.46	17.2	0.31
Cost/kg of incremented live weight (\$)	7.68 <sup>a</sup>	6.64 <sup>b</sup>	6.33 <sup>b</sup>	18.4	0.03

VC= Variance coefficient

\* Linear effect

a,b Means in the same row with different letter differ ( $P < 0.05$ ).

animales alimentados con la dieta sin cama y un mayor consumo para los toretes alimentados con la dieta con el 30 % de cama de pollo, presentándose un efecto lineal ( $P < 0.01$ ).

En la prueba de comportamiento, la DIVMS y DIVMO de las dietas disminuyeron a medida que se incrementó el nivel de CP, atribuido a su baja digestibilidad, que en promedio fue de un 76.1 y 72.7 % para DIVMS y DIVMO, respectivamente.

Los contenidos de EM, ENm y ENg de las dietas calculados a partir de los análisis de laboratorio, se presentan en el Cuadro 5.

El consumo diario de energía por animal está determinado por el consumo de MS y por la concentración de energía de la dieta. El consumo de EM y de proteína fueron similares o mayores al incluir cama en la ración (19.5, 19.9 y 19.6 Mcal de EM y 0.92, 1.10 y 1.17 kg de PC para 0, 15 y 30 % de CP en la ración, respectivamente). El consumo se incrementó al elevar el nivel de CP, encontrándose que por cada unidad porcentual de CP incluida en la ración, se aumentó ( $P < 0.01$ ,  $r^2 = 0.66$ ) el consumo de alimento en 24 g/día (Cuadro 4). Asimismo, el consumo por kilogramo de peso metabólico se incrementó ( $P < 0.05$ .

greater when the litter was included in the ration (19.5, 19.9 y 19.6 Mcal of ME and 0.92, 1.10 y 1.17 kg of CP for 0, 15 and 30 % PL in the ration, respectively). The consumption was increased when the level of PL was higher, so that for each percentage unit of PL included in the ration, feed consumption was increased 24 g/day ( $P < 0.01$ ,  $r^2 = 0.66$ ) (Table 4). The consumption per kilogram of metabolic weight was increased by 0.32 g/day per each percentage unit of poultry litter included in the ration ( $P < 0.05$ ,  $r^2 = 0.35$ ).

The consumption of feed expressed in relation to the metabolic weight was 101, 106 and 111 g/kg of PV<sup>0.75</sup> for the levels of 0, 15 and 30 % of litter, and therefore the consumption of protein in the steers assigned to the diets with 15 and 30 % of PL increased 20 and 27 % in relation to the other animals fed with the control diet. A greater content (8.22, 9.44 and 11.10 %) was observed and there was a greater consumption of the RDP (0.551, 0.677 and 0.815 kg/day), for the diets with the levels of 0, 15 and 30 % of poultry litter, respectively.

The cost of the used rations was reduced whenever the level of PL was increased, with costs of 1.28,



Cuadro 5. Análisis de laboratorio (base seca) y cálculo del contenido de energía de la cama de pollo y de las raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de toretes con tres niveles de cama de pollo

Table 5. Chemical analysis (dry basis) and energy content for poultry litter and the rations containing three levels of poultry litter used in the performance Holstein bulls trial

	Poultry litter	Rations*		
		0	15	30
Dry matter, %	86.9	87.7	88.0	87.4
Organic matter, %	82.3	94.5	93.3	91.4
Crude protein (CP), %	31.0	13.7	15.5	16.0
Acid detergent fiber (ADF), %	14.8	8.5	9.5	11.3
Indigestible CP in ADF, %	1.9	3.1	2.5	3.2
IVDMD, %	76.8	87.5	85.5	83.3
IVOMD, %	73.2	87.1	85.3	82.8
Metabolizable energy <sup>a</sup> , Mcal/kg	2.14	2.91	2.82	2.68
Net energy for maintenance <sup>b</sup> , Mcal/kg	1.28	1.96	1.88	1.76
Net energy for gain (NEg) <sup>b</sup> , Mcal/kg	0.71	1.31	1.24	1.14

\* (With 0, 15 y 30 % of poultry litter)

IVDMD= *in vitro* dry matter digestibility; IVOMD= *in vitro* organic matter digestibility

<sup>a</sup> It was estimated according the equation of McDonald *et al.*(16).

<sup>b</sup> It was estimated according the equation of Garret(17).

$r^2= 0.35$ ) en 0.32 g/día por cada unidad porcentual de cama de pollo incluida en la ración.

El consumo de alimento expresado en relación al peso metabólico fue de 101, 106 y 111 g/kg de PV<sup>0.75</sup> para el nivel de 0, 15 y 30 % de cama, en consecuencia los consumos de proteína en los toretes asignados a las dietas con el 15 y 30 % de CP aumentaron un 20 y 27 % en relación con los de animales alimentados con la dieta testigo. Se observó un mayor contenido (8.22, 9.44 y 11.10 %) y existió un mayor consumo de PDR (0.551, 0.677 y 0.815 kg/día), para las dietas con los niveles de 0, 15 y 30 % de cama de pollo respectivamente (Cuadro 4).

El costo de las raciones utilizadas fue menor a medida que se incrementó el nivel de CP, costando 1.28, 1.15 y 0.98 \$/kg para aquellas con el nivel de 0, 15 y 30 %. Debido al ahorro en el costo del alimento, al incrementar el nivel de cama hasta 30 %, el costo de alimentación por kilogramo de incremento de peso fue 17.6 % menor ( $P < 0.05$ ), comparado con los animales que recibieron la ración testigo. Los animales que recibieron el nivel del 15

1.15 and 0.98 \$/kg for those diets with the levels of PL of 0, 15 and 30 %. Due to the savings in the cost of feed, when the level of litter was increased up to 30 %, the cost of feeding per kilogram of weight gain was 17.6 % smaller ( $P < 0.05$ ), as compared with the animals that received the control ration. The animals that received the level of 15 % of litter had savings of 13.5 % per produced kilogram of weight (Table 4).

## DISCUSSION

The content of DM in the litter samples was slightly lower than it could be desired for a finishing cattle diet, when taking into consideration three samples with high humidity content; nevertheless, the majority of the samples had values above 85 %. Harmon *et al.*(8) found 82.9 % of DM in samples of PL and Deshck *et al.*(1) found an average of 86.3 % of DM, with a range of 74.5 to 93.6 %, mentioning the fact that the litter was removed from the houses during summer and the majority of the samples were taken in autumn, when there is dry air, and thus the DM contents were high. It is

% de cama tuvieron un ahorro del 13.5 % por cada kilogramo de peso producido.

## DISCUSIÓN

El contenido de la MS en las muestras de cama fue ligeramente menor de lo deseado en una dieta de ganado de engorda, al considerar tres muestras con un alto contenido de humedad; sin embargo, la mayoría de las muestras tuvieron valores superiores al 85 %. Harmon *et al.*<sup>(8)</sup> encontraron un 82.9 % de MS, en muestras de CP y Deshck *et al.*<sup>(1)</sup> obtuvieron un promedio de 86.3 % de MS, con un rango de 74.5 a 93.6 %, mencionando que la cama se removió de las naves durante el verano, y que la mayoría de las muestras fueron colectadas en el otoño, época durante la cual existió aire seco, razón por la cual los contenidos de MS fueron altos. Es deseable tener altos porcentajes de MS, ya que entre más humedad tenga un ingrediente resulta más caro en base seca, además de las dificultades que se tienen para su almacenamiento.

Altos niveles de cenizas implican menor concentración de MO; la media de 81.4 % para MO fue muy similar a la mencionada por Rude y Rankins<sup>(21)</sup> del 79.0 %; sin embargo, en otro estudio<sup>(6)</sup> se destacan valores inferiores (62.9 %). Cantidades menores al 80 % de MO indican un menor contenido de energía y proteína, que son los nutrientes más críticos y caros en la alimentación animal. Aún camas con 15 % de cenizas contienen suficientes minerales para ser considerados al momento de la formulación, teniendo un ahorro sustancial por concepto de las premezclas minerales. Si se consideran animales con un peso promedio de 250 kg y con ADP de 1.2 kg con un CMS de 7 kg/día de una dieta con el 15 % de CP, la CP aporta 33 g de Ca y 18 g de P, lo que representa el 100 % de los requerimientos de estos minerales para este tipo de animales<sup>(19)</sup>.

Una CP de mejor calidad es aquélla que contenga altos valores de MO digestible. El contenido de cenizas afecta la cantidad de MO<sup>(13)</sup> y por lo tanto tiene influencia en la MO digestible, no sólo por su menor cantidad disponible para ser fermentada, sino

desirable to obtain high DM percentages since, if there is higher moisture content, an ingredient becomes more expensive on the dry matter basis, and there is also more difficult to storage.

High ash content indicates a lower concentration of OM; the mean 81.4 % for OM is very similar to that which was obtained by Rude and Rankings<sup>(21)</sup> (79.0 %). Nevertheless, in another study<sup>(6)</sup> lower values have been found (62.9 %). Values of OM below 80 % indicate a lower energy and protein content that are the most critical and expensive nutrients in animal feeds. Even litters with 15 % of ash contain sufficient minerals to be taken into consideration at the time of feed formulation, having substantial savings in the concept of mineral pre-mixes. If animals with an average of 250 kg are taken into consideration with DWG of 1.2 kg with a DMC of 7 kg/day of a diet with 15 % of PL, the PL gives 33 g of Ca and 18 g of P, which represents 100 % of the requirements of those minerals for this type of animals<sup>(19)</sup>.

A better quality PL is such one that has high digestible OM values. The content of ash affects the quantity of OM<sup>(13)</sup> and therefore it has an influence on the digestible OM not only due to its lesser amount available for it to be fermented, but also because it has been observed that when there is a higher percentage of ash the digestible energy is reduced<sup>(22)</sup>.

The average of CP was very similar or superior to other values<sup>(1,23)</sup>, existing substantial differences in the minimum value, since in other studies<sup>(1)</sup> values of 19.4 % have been found while in this study the minimum value was 25.8 %. A factor that contributes to the low content of CP is the high content of crude fiber (CF) (23.0 %), indicating the fact that the PL contains a higher proportion of original base material. It has been found that the content of CP in the litter increased from 13.8 to 25.6 % when the number of flocks was increased from one to six, with a growth period of six weeks for each flock<sup>(24)</sup>. Even though in Mexico only one flock is reared in the material used as litter, the CP is high, and this could be explained by the fact that it was not subjected to any processing after its

además se ha observado que a mayor porcentaje de cenizas se reduce la energía digestible<sup>(22)</sup>.

El promedio de PC fue muy similar o superior a otros valores<sup>(1,2,3)</sup>, existiendo diferencias sustanciales en el valor mínimo, ya que en otros estudios<sup>(1)</sup> se han encontrado valores del 19.4 % mientras que en el presente estudio el valor mínimo fue de 25.8 %. Un factor que contribuye al bajo contenido de PC es el alto contenido de fibra cruda (FC) (23.0 %), indicando que la CP contiene una mayor proporción de material base original. Se ha encontrado que el contenido de PC en la cama se elevó de 13.8 a 25.6 % cuando se incrementó de uno a seis el número de parvadas, con un período de crecimiento de seis semanas para cada parvada<sup>(24)</sup>. Aún cuando en México generalmente sólo se cría una parvada en el material que se usa como cama, la PC resultante es alta, lo cual puede ser explicado ya que no se le proporciona ningún proceso después de la recolección, el cual se realiza con la finalidad de destruir la mayoría de los patógenos de la CP, sin embargo, durante el periodo de tratamiento se pierde parte del nitrógeno por volatilización<sup>(9)</sup>.

Cuando se obtienen CP con niveles de humedad menores al 14 %, es de esperarse que se liberen mínimas cantidades de amoníaco, y es posible lograr un ahorro considerable en la alimentación del ganado, ya que la CP podría contribuir a sus requerimientos de proteína. Con los valores de PC de la cama, las dietas con el 15 % aportan aproximadamente el 30 % de los requerimientos de PC de los animales de 250 kg con 1.2 kg de ADP. Debido a que la PCIADF es una fracción indigestible<sup>(25)</sup>, la proteína potencialmente utilizable de la CP fue de 28.4 %.

Un alto contenido de ADF en la cama no necesariamente implica baja calidad, ya que esta fracción es importante en dietas de bovinos en engorda al contribuir a que el animal tenga una adecuada función ruminal<sup>(26)</sup>. Esta ventaja es aún más importante en ciertas épocas del año como sequías e invierno, cuando el forraje llega a tener un precio muy elevado. Deshck *et al.*<sup>(1)</sup> encontraron un rango en los valores para ADF de 17.8 a 30.0

collection, which would be performed to destroy most of the pathogens in the PL. Nevertheless, during the treatment period, part of the nitrogen is lost by volatilisation<sup>(9)</sup>.

When PL has moisture levels lower than 14 %, it can be expected that minimal quantities of ammonia are liberated, and it is possible to achieve considerable savings in cattle feeding, since the PL could contribute to their protein requirements. Diets with 15 % poultry litter give approximately 30 % of the CP requirements out of PL for animals with 250 kg of weight and 1.2 kg of DWG. Due to the fact that the ICPADF is an indigestible fraction<sup>(25)</sup>, the protein of the PL that potentially could be used was 28.4 %.

A high content of ADF in the litter does not necessarily mean a low quality, since this fraction is important for finishing cattle diets as it contributes to a proper rumen function in the animals<sup>(26)</sup>. This advantage is even more important during certain seasons such as draught and winter, when the forage has a very high price. Deshck *et al.*<sup>(1)</sup> found a range of values for ADF between 17.8 and 30.0 % with a mean of 24.6 %, values above those found in this study.

The average value of NDF was lower than that mentioned by others<sup>(27,28)</sup> who have found values of 33.7 % and 43.6 %. The hemicellulose mean content found was similar to that described in other studies<sup>(28)</sup>.

Egana *et al.*<sup>(29)</sup>, reported values of 78.5 and 71.2 % for IVDMD of PL obtained in cement floors and soil floors, respectively; values that were similar to those found in this study. When estimating the ME from the IVDMD, a higher value of ME as previously<sup>(1)</sup> was found but it was lower than those suggested by the NRC<sup>(19)</sup>.

The inverse relationship found for the amount of ash and ME in PL was similar to that mentioned previously<sup>(22)</sup>, since for each percentage unit increase in the ash content, the value of ME was reduced by 0.019 Mcal of ME/kg. The negative effect of ADF plus ashes on ME was expected, since ash does not have energy value and ADF is

% con una media de 24.6 %, valores superiores a los encontrados en el presente trabajo.

El valor promedio de NDF fue inferior a los mencionados por otros<sup>(27,28)</sup>, quienes encontraron valores de 33.7 % y 43.6 %. La media encontrada de hemicelulosa fue muy similar a la descrita en otros trabajos<sup>(28)</sup>.

Egana *et al.*<sup>(29)</sup>, mencionan 78.5 y 71.2 % de DIVMS para CP obtenida en piso de cemento y piso de tierra respectivamente, valores similares a los del presente estudio. Al estimar la EM a partir de la DIVMO se encontró un valor mayor de EM a los indicados<sup>(1)</sup> pero menor a los sugeridos por el NRC<sup>(19)</sup>.

La relación inversa encontrada entre el contenido de cenizas y de energía metabolizable de la CP, es similar a la mencionada<sup>(22)</sup>, ya que por cada unidad porcentual que se incrementa el contenido de cenizas, el valor de la EM disminuye en 0.019 Mcal de EM/kg. La relación negativa encontrada entre la suma de ADF más cenizas y EM es de esperarse, ya que las cenizas no contienen energía y la ADF es una fracción resistente a la degradación del rumen y a la digestión, sin embargo, esta relación es alta y útil para estimar la EM a partir de la determinación de ADF y de cenizas<sup>(1)</sup>.

Este estudio muestra que análisis simples de laboratorio (PC, cenizas y ADF) son una buena opción para identificar CP de alta calidad. Camas de pollo con valores mayores de 31 % de PC y/o menores de 18 % de cenizas son consideradas de buena calidad, ya que el correspondiente contenido de EM es superior a 2 Mcal/kg.

Los resultados de la prueba de comportamiento son similares a otras investigaciones<sup>(5)</sup>, en donde se ha mencionado que cuando alimentaron novillos con dietas conteniendo un promedio de 24 % de CP en base seca, disminuyó en un 5 % el ADP (1.07 kg/día) y fue necesario 10 % más alimento por cada kilogramo de aumento de peso, con relación al grupo testigo.

Los resultados de DIVMS y DIVMO fueron similares a los encontrados por otros investigadores<sup>(6,21,23)</sup>, quienes observaron una disminución de la

a fraction that resists degradation in the rumen. Nevertheless, this relationship was high and it may be useful for estimate the ME of PL based on such a measurements<sup>(1)</sup>.

This study demonstrates the fact that simple laboratory analyses (CP, ash and ADF) are a good option in order to identify high quality PL. Poultry litter with values higher than 31 % of CP and/or ash content lower than 18 % are considered as high quality, since the corresponding ME content is over 2 Mcal/kg.

The results of the performance trial were similar to those obtained in other studies<sup>(5)</sup>, where it was mentioned that when steers are fed diets with an average of 24 % PL on dry basis, the ADP was reduced 5 % (1.07 kg/day), and 10 % more feed per kg of weight gain was necessary when compared to the control group.

The results of IVDMD and IVOMD were similar to those found by other researchers<sup>(6,21,23)</sup>, who observed a reduction in digestibility of the DM when the content of the litter was increased from 12 to 50 %. In other studies, where there have been no differences in the DM digestibility, it could be due to the level of PL that was used (18.6 %) as well as the percentage of ash (25.8 %)<sup>(9)</sup>.

The energy content of the diets was reduced proportionally to the inclusion of litter between 0 and 30 %. The contents of ME, NEm and NEg in the diets, estimated from the laboratory analysis, were greater than those estimated from the NRC<sup>(19)</sup> in 5.5, 4.25 and 1.12 % for the diets with 0, 15 and 30 % of PL, respectively.

The increase of feed intake for diets that had 15 and 30 % of PL, was in agreement with that was expected, since the low value of ME of the litter is reflected (2.14 Mcal/kg) (Table 5) as compared with the ME of sorghum (3.04 Mcal/kg) or cottonseed meal (2.75 Mcal/kg), that are replaced in the diet. Similar studies conducted with steers having initial weights of 205 kg, fed with diets that contained 25 and 50 % of PL during 84 days have mentioned increases in consumption from 8.4 to

digestibilidad de MS para dietas, al aumentar entre 12 y 50 % el contenido de la cama. En otros estudios, donde no se han encontrado diferencias en la digestibilidad de la MS, puede deberse al nivel de CP utilizado (18.6 %) así como al porcentaje de cenizas (25.8 %)<sup>(9)</sup>.

El contenido de energía en las dietas se redujo en forma proporcional a la inclusión de cama entre 0 y 30 %. Los contenidos de EM, ENm y ENg en las dietas, calculados a partir de los análisis de laboratorio, fueron mayores a los valores estimados a partir del NRC<sup>(19)</sup> en un 5.5, 4.25 y 1.12 % para las dietas con 0, 15 y 30 % de CP, respectivamente.

El aumento en el consumo de dietas con 15 y 30 % de CP estuvo de acuerdo a lo esperado, ya que se refleja el bajo valor de EM de la cama (2.14 Mcal/kg) (Cuadro 5) comparada con la EM del sorgo (3.04 Mcal/kg) o de la harinolina (2.75 Mcal/kg), que son reemplazados de la dieta. Estudios similares realizados con novillos de 205 kg de peso inicial, alimentados con dietas conteniendo 25 y 50 % de cama de pollo durante 84 días, han mencionado incrementos en el consumo, de 8.4 a 9.2 kg/día, y una reducción del ADP de 1.2 a 1.0 kg/día, debido al mayor nivel de cama de pollo en la dieta<sup>(6)</sup>.

El consumo de alimento, expresado en relación al peso metabólico, es similar a lo publicado por Caswell *et al.*<sup>(7)</sup>, quienes indican consumos de 95, 115, 108 y 115 g/kg de PV<sup>0.75</sup> cuando utilizaron maíz ensilado, maíz ensilado con un 22 % de cama, ensilado de maíz y harina de soya y ensilado de cama de pollo con granos de maíz.

Los consumos de proteína en los toretes asignados a las dietas con el 15 % y 30 % de cama, fueron mayores a los recomendados por el NRC<sup>(19)</sup> para una ganancia de 1.2 kg (0.95 kg de proteína), debido a la mayor concentración de PC y al mayor consumo de materia seca con estas dietas. En ambos grupos de animales se presentó un exceso en el consumo de PDR, sin embargo, en el grupo alimentado con la dieta del 15 %, este excedente fue de un 22 %, con un aumento en el consumo de energía del 2 % en relación con los animales

9.2 kg/day and a reduction of DWG from 1.2 to 1.0 kg/day due to a higher level of PL in the diet<sup>(6)</sup>.

The feed consumption, expressed as a relationship to the metabolic weight is similar to that published by Caswell *et al.*<sup>(7)</sup>, who indicated consumption of 95, 115, 108 and 115 g/kg of PV<sup>0.75</sup> when they used silage of maize, maize silage with 22 % of litter, maize silage and soybean meal and silage of poultry litter with maize grains.

The protein consumption of the steers assigned to the diets with 15 and 30 % of litter were higher than those recommended by the NRC<sup>(19)</sup> for the gain of 1.2 kg (0.95 kg of protein) due to a higher concentration of CP and the higher consumption of dry matter with these diets. In both groups of animals an excess was found in the consumption of RDP, nevertheless, in the group fed with the diet of 15 %, this excess was 22 % with an increase in the consumption of energy of 2 % when compared to the animals of the control group; while the steers that consumed the diet with 30 % PL, the excess RDP was 47 % with a consumption of energy similar to the animals in the control group. Since there was a higher consumption of RDP, there is a higher rumen concentration of NH<sub>3</sub> and a high amount of nitrogen was excreted in urine<sup>(30)</sup>. A greater intake of CP causes energy expenditure in order to excrete the excess N<sup>(30)</sup>. The greater unbalance that was found in the animals that received a level of 30 % litter could be the cause of the DWG levels similar to the steers with the control diet, having this a less favourable feed conversion. In order to minimize the nitrogen loss, the PL can be mixed with energy sources so that the rumen bacteria can use the NH<sub>3</sub>.<sup>(9)</sup>

When taking into consideration the cost of feed that is necessary to increase a kilogram of weight, the calculations show that the substitution of sorghum and cottonseed meal for poultry litter is economically beneficial.

## CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

It is possible to estimate the quality of the poultry litter taking into consideration its content of crude protein, ash and acid detergent fiber. The dry matter

del grupo testigo; mientras que los toretes que consumieron la dieta con el 30 % de CP, los excedentes de PDR fueron de un 47 %, y con un consumo de energía similar a los animales del grupo testigo. Al existir un mayor consumo de PDR, se presenta una elevada concentración de NH<sub>3</sub> ruminal y una alta cantidad de nitrógeno es excretado en la orina<sup>(30)</sup>. Una mayor ingestión de PC, provoca un gasto de energía para poder excretar el exceso de N<sup>(30)</sup>. El mayor desbalance que se presentó en los animales que recibieron el nivel del 30 % de cama, pudo ser la causa de que tuvieran los mismos ADP que los toretes de la dieta testigo, teniendo en consecuencia una conversión alimenticia menos favorable. Con el fin de minimizar la pérdida de nitrógeno se puede mezclar la CP con fuentes de energía, para que el NH<sub>3</sub> pueda ser utilizado por las bacterias del rumen<sup>(9)</sup>.

Al considerar el costo del alimento necesario para incrementar un kilogramo de peso, los cálculos muestran que es económica la sustitución de sorgo y harinolina por cama de pollo.

## CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Es posible estimar la calidad de la cama de pollo considerando su contenido de proteína cruda, cenizas y fibra ácido detergente. El consumo de materia seca en bovinos en crecimiento se incrementa al aumentar el nivel de cama de pollo. Incluyendo camas de pollo con más de 31 % de PC/kg de MS o menos de 18 % de cenizas/kg de MS no se afecta el comportamiento animal, permitiendo reducir los costos de alimentación.

## LITERATURA CITADA

1. Deshck A, Abo-Shehada M, Allonby E, Givens DI, Hill R. Assessment of the nutritive value for ruminants of poultry litter. *Anim Feed Sci Techn* 1998;73:29-35.
2. Bierman S, Klopfenstein T, Stock R, Herold D. Dried poultry waste as a nonprotein nitrogen source for ruminants. Nebraska Beef Report. The Agricultural Research Division. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska-Lincoln. 1996:31-33.
3. Westing TW, Fontenot JP, McClure WH, Kelly RF, Webb KE Jr. Characterization of mineral element profiles in animal waste and

intake for growing Holstein bulls was increased as the level of poultry litter in the diet was increased. Animal performance was not affected when poultry litter with more than 31 % CP or less than 18 % ash were included in the diet, thus permitting the reduction of feeding costs.

*End of english version*

- 
- tissues from cattle fed animal waste. I. Heifers fed broiler litter *J Anim Sci* 1985;61:670-681.
  4. Holzer Z, Levy D, Samuel V. Interaction between supplementary nitrogen source and ration energy density on performance and nitrogen utilization in growing and fattening male cattle. *Anim Prod* 1986;42:19-28.
  5. Cullison AE, McCampbell HC, Cunningham AC, Lowrey RS, Warren EP, McLendon BD, Sherwood DH. Use of poultry manures in steer finishing rations. *J Anim Sci* 1976;42:219-228.
  6. Rankins DL Jr, Eason JT, McCaskey TA, Stevenson AH, Floyd JG Jr. Nutritional and toxicological evaluation of three deep-stacking methods for the processing of broiler litter as a feedstuff for beef cattle. *Anim Prod* 1993;56:321-326.
  7. Caswell LF, Webb KE Jr, Fontenot JP. Fermentation nitrogen utilization, digestibility and palatability of broiler litter ensiled with high moisture corn grain. *J Anim Sci* 1977;44:803-813.
  8. Morales TH, Gutiérrez OE, Quintanilla EJA, Hernández MCA. Utilización de la gallinaza de aves reproductoras en la engorda intensiva de toretes Holstein. *Ciencia Agropecuaria FAUANL*. 1993(6):7-10.
  9. Patil AR, Goetsch AL, Galloway DL Sr, Forster LA Jr. Intake and digestion by Holstein steer calves consuming grass hay supplemented with broiler litter. *Anim Feed Sci Technol* 1993; 44:251-263.
  10. Josifovich JA, Bertin OD, Maddaloni J, MacLoughlin RJ, Ferrari M, Ruival G, Actis J. Alimentación de novillitos Holando Argentino en recría con cama de pollo y maíz. Dep. Forrajas y Producción Bovina, E.E.A., Pergamino, Argentina. *Revista Argentina Prod Anim* 1985;5(7/8):411-417.
  11. Harmon BW, Fontenot JP, Webb KE Jr. Ensiled broiler litter and corn forage II. Digestibility nitrogen utilization and palatability by sheep. *J Anim Sci* 1975;40:156-160.
  12. Rodríguez ED. Desarrollo de campañas zoonositarias en aves de 1992- 1997, en Nuevo León [tesis licenciatura]. Marín, N. L. Universidad Autónoma de Nuevo León; 1988.
  13. AOAC. Official Methods of Analyses (15 Th. Ed.) Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA. 1990.
  14. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Anim Sci* 1991;74:3583-3597.
  15. Tilley JM, Terry RA. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J British Grassl Soc* 1963; 18:104-111.
  16. McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD. *Animal nutrition* 4 th Ed. Longman Group UK, Harlow, UK. 1988.
  17. Garret WN. Energy utilization of growing cattle as determined in seventy-two comparative slaughter experiments. In: Mount LE

## USO DE CAMA DE POLLO EN BOVINOS EN CRECIMIENTO

- editor. Energy Metabolism, EAAP Publ. No. 26. London: Butterworths; 1980.
18. Snedecor GW, Cochran WG. Métodos estadísticos. México, DF: CECSA; 1981.
  19. NRC. National Research Council. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Washington, D.C: National Academy Press; 1984.
  20. Harvey WR. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program PC-Version (PC-1) Columbus, Oh. 1990.
  21. Rude BJ, Rankins DL Jr. Mineral status beef cows fed broiler litter diets with cation-anion differences or supplemented with hay. *J Anim Sci* 1997;75:727-735.
  22. Zinn RA, Barajas R, Montaña M, Shen Y. Protein and energy value of dehydrated poultry excreta in diets for feedlot cattle. *J Anim Sci* 1996;74:2331-2335.
  23. Bhattacharya AN, Fontenot JP. Protein and energy value of peanut hull and wood shaving poultry litters. *J Anim Sci* 1966;25:367-371.
  24. Wang ZS, Goetsch AL. Intake and digestion by Holstein steers consuming diets based on litter harvested after different numbers of broiler growing periods or with molasses addition before deep-stacking. *J Anim Sci* 1998;76:880-887.
  25. Yu Y, Thomas JW. Estimation of the extent of heat damage in alfalfa haylage by laboratory measurement. *J Anim Sci* 1976;42:766-774.
  26. Hutcheson DP, Thompson GB. Feeds and feeding In: Albin RC y Thompson GB (editors) Cattle Feeding: A guide to management. Amarillo, Texas, USA: Trafton Printing;1990:107-120.
  27. Brosh A, Holzer Z, Aharoni I, Levy D. Intake, rumen volume, retention time and digestibility of diets based on poultry litter and wheat straw in beef cows before and after calving. *J Agric Sci* 1993;121:1,103-109.
  28. Silanikove N, Tiomkin D. Toxicity induced by poultry litter consumption: effect on measurements reflecting liver function in beef cow. *Anim Prod* 1992;54:203-209.
  29. Egana MJI, Morales SMS, Tonelli VM, Ojeda OJ. Caracterización de la degradabilidad ruminal de los diferentes componentes nitrogenados presentes en las camas y deyecciones de aves. *Archiv Med Vet* 1994;26:2,29-34.
  30. Huntington GB. Energy metabolism in the digestive tract and liver of cattle: influence of physiological state and nutrition. *Reprod Nutr Develop* 1990;30:35-47.

SIN TEXTO