

RENDIMIENTO DE CORDEROS EN CRECIMIENTO ALIMENTADOS CON ENSILADOS DE POLLINAZA, CERDAZA Y UREA CON MELAZA DE CAÑA O UN SUBPRODUCTO DE PANADERÍA

YIELD PERFORMANCE OF GROWING LAMBS FED SILAGES WITH POULTRY LITTER, PIG EXCRETA AND UREA WITH MOLASSES CANE OR A BAKERY BY-PRODUCT

José L. Bórquez-Gastelúm², Daniel Trujillo-Gutiérrez^{1*}, Ignacio A. Domínguez-Vara²,
Juan M. Pinos-Rodríguez³, Mario A. Cobos-Peralta¹

¹Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. (danieltg_dan@yahoo.es). ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario número 100, CP 50000 Toluca, Estado de México. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, 91710, Veracruz, México.

RESUMEN

Las excretas pecuarias están constituidas por fracciones de alimentos no digeridas y por otros nutrientes que se incorporan en el tubo digestivo de los animales. Su producción y acumulación es fuente de contaminación ambiental, pero también son una fuente valiosa de nitrógeno y minerales en la alimentación de rumiantes. El objetivo de esta investigación fue evaluar dietas con ensilados de rastrojo de maíz, melaza de caña (MEL) y subproducto de panadería (SPP) como fuentes de carbohidratos hidrosolubles (C), mezclados con cerdaza fresca (CF), pollinaza deshidratada (PO) y urea agrícola (UR) como fuentes de nitrógeno (N), y su efecto en el crecimiento y las características de la canal de corderos. Los corderos recibieron durante 60 d dietas con 145 g PC kg⁻¹ MS y 10 MJ EM kg⁻¹ MS, más 400 g kg⁻¹ (MS) de ensilado. Después, los corderos se sacrificaron para medir variables productivas y calidad de la canal. El consumo de MS (CMS) se analizó con medidas repetidas; para rendimiento, engrasamiento y morfometría se empleó el diseño de bloques al azar con arreglo factorial 2 x 3. Las variables cualitativas se analizaron con la prueba Kruskal-Wallis. Las medias de cuadrados mínimos de CMS a los 60 d no presentaron diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos. Sin embargo, hubo efecto ($p \leq 0.05$) de la fuente de N sobre ganancia diaria de peso (GDP) e interacción de Nx C para ancho de pierna y grosor de grasa torácica. La fuente de C afectó ($p \leq 0.05$) el rendimiento del perímetro de pierna, área de chuleta y profundidad de grasa subcutánea. La conformación de la canal fue inferior ($p \leq 0.05$) para la

ABSTRACT

Livestock excreta are made up of fractions of undigested feed and other nutrients that are incorporated in the animal's digestive tube. Their production and accumulation are a source of environmental pollution, but they are also a valuable source of nitrogen and minerals for feeding ruminants. The objective of this study was to evaluate diets with corn stover silage, sugarcane molasses (MOL) and bakery by-products (BBP) as sources of hydro-soluble carbohydrates (C), mixed with fresh pig excreta (FPE), dehydrated poultry litter (DPL), and agricultural urea (UR) as sources of nitrogen (N) and their effect on lamb growth and carcass characteristics. The lambs received diets with 145 g PC kg⁻¹ DM and 10 MJ EM kg⁻¹ DM, plus 400 g kg⁻¹ (DM) silage for 60 d. After this time, the lambs were sacrificed to measure productive variables and carcass quality. Dry matter intake (DMI) was analyzed with repeated measures. For yield, fat deposit, and morphometry, a random blocks design was used with a 2 x 3 factorial array. Qualitative variables were analyzed with the Kruskal-Wallis test. Least squares means of DMI at 60 d were not different ($p > 0.05$) among treatments. However, there was an effect ($p \leq 0.05$) of N source on daily weight gain (DWG) and Nx C interaction for leg width and thoracic fat thickness. Source of C affected ($p \leq 0.05$) yield of leg perimeter, loin area and depth of sub-cutaneous fat. Carcass conformation was inferior ($p \leq 0.05$) for the combination BBP with UR; with the other treatments, conformation scores of R to U were obtained. The BBP treatment with FPE caused more ($p \leq 0.05$) external fat covering, light pink meat and cream-colored fat. The conclusion is that lambs fed silaged FPE and BBP had carcasses with better conformation and fat.

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: octubre, 2016. Aprobado: abril, 2017.

Publicado como ARTÍCULO en Agrociencia 52: 333-346. 2018.

combinación SPP con UR; con los otros tratamientos se obtuvieron grados de conformación de R a U. El tratamiento SPP con CF causó las mayores ($p \leq 0.05$) coberturas de grasa externa, color de carne rosa claro y color de grasa crema. La conclusión es que los corderos alimentados con ensilado de CF y SPP tuvieron canales con mejor conformación y engrasamiento.

Palabras clave: características de la canal, excretas, ensilaje, melaza de caña, subproducto de panadería.

INTRODUCCIÓN

En México, la pollinaza derivada de la industria avícola se utiliza como fuente de nitrógeno no proteico (NNP) para la alimentación de rumiantes, especialmente bovinos. Su uso varía desde como sale de las naves avícolas (Ríos *et al.*, 2005) hasta ensilada (Bórquez *et al.*, 2009). El temor público sobre los riesgos sanitarios que implica el uso de excretas animales para alimentar especies pecuarias se debe a que organismos patógenos, toxinas, parásitos, virus, sustancias arsenicales, antibióticos, drogas, hormonas, coccidiostatos, metales pesados y elementos traza pueden estar en tales desechos (McCaskey, 1979). Sin embargo, hay evidencias de que el proceso de ensilaje disminuye la carga microbiana, en específico coliformes y clostridios (Iñiguez-Covarrubias *et al.*, 1990; López-Garrido *et al.*, 2014) de las excretas. Otro riesgo es la encefalopatía espongiforme transmisible (EET), pero Novafoski *et al.* (2005) y Hedman *et al.* (2016) descartaron la transmisión del prion de cerdos a ovinos y caprinos; además, los cerdos y aves son resistentes a su transmisión natural (Denton *et al.*, 2005). Al respecto, Wells *et al.* (2003) ofrecieron material cefálico de ganado a cerdos y no observaron expresión de EET. Por lo tanto, no hay evidencias contundentes de infección de cerdos con EET en condiciones naturales (Jahns *et al.*, 2006), lo que posibilita su uso para alimentar rumiantes.

Estudios realizados por nuestro grupo de investigación indican que las excretas de aves y cerdos ensiladas en combinación con fuentes ricas en carbohidratos solubles, como la melaza o los residuos de panadería, pueden ser fuente importante de nutrientes para rumiantes (Mejía-Uribe *et al.*, 2013; Trujillo *et al.*, 2014; Martínez *et al.*, 2015); pero se desconoce el efecto de estos ensilados sobre la morfometría y características de la canal de corderos en crecimiento.

Key words: carcass characteristics, excreta, silage, cane molasses, bakery by-products.

INTRODUCTION

In Mexico, poultry litter derived from the poultry industry is used as a source of non-protein nitrogen (NNP) to feed ruminants, especially cattle. Its use varies as it is thrown out from the poultry farm (Ríos *et al.*, 2005) up to after silaging (Bórquez *et al.*, 2009). Public fear concerns sanitary risks involved in the use of animal excreta to feed livestock species because pathogenic organisms, toxins, parasites, viruses, arsenic substances, antibiotics, drugs, hormones, coccidiostats, heavy metals and trace elements can be present in these wastes (McCaskey, 1979). However, there is evidence that the process of silaging decreases the microbial load, specifically coliforms and clostridia (Iñiguez-Covarrubias *et al.*, 1990; López-Garrido *et al.*, 2014), of the excreta. Another risk is transmissible spongiform encephalopathy (TSE), but Novafoski *et al.* (2005) and Hedman *et al.* (2016) ruled out transmission of the prion from pigs to sheep and goats. Moreover, pigs and poultry are naturally resistant to its transmission (Denton *et al.*, 2005). In this respect, Wells *et al.* (2003) offered livestock cephalic material to pigs and did not observe TSE expression. Therefore, there is no overwhelming evidence that pigs become infected with TSE under natural conditions (Jahns *et al.*, 2006). It is thus possible to use it to feed ruminants.

Studies conducted by our research group indicate that poultry and pig excreta silaged in combination with sources rich in soluble carbohydrates such as molasses or bakery waste can be an important source of nutrients for ruminants (Mejía-Uribe *et al.*, 2013; Trujillo *et al.*, 2014; Martínez *et al.*, 2015). However, the effect of these silage materials on morphometry and carcass characteristics of growing lambs is unknown. Their nutrient value and safety of these inputs for ruminant feed are confirmed; thus, we can hypothesize a similar response in trials of productive behavior in growing lambs. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of diets with fresh pig excreta, poultry litter or agricultural urea silaged with cane molasses or bakery by-products plus concentrate on lamb morphometry, growth and carcass yield.

Lo anterior confirma el valor alimenticio e inocuidad de estos insumos en la alimentación de rumiantes, lo que permite hipotetizar una respuesta similar en pruebas de comportamiento productivo en corderos en crecimiento. Por consiguiente, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de dietas con ensilados de cerdaza fresca, pollinaza o urea en combinación con melaza de caña o subproducto de panadería más concentrado sobre la morfometría, crecimiento y rendimiento de la canal de corderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento es la segunda parte de la investigación realizada por nuestro grupo de investigación, en el cual se evaluaron las mismas dietas reportadas por Trujillo *et al.* (2014). Para elaborar los ensilados (Cuadro 1) se usó la metodología de Cobos *et al.* (1997) y Bórquez *et al.* (2009), y se adicionó Sil-All 4x4® (10 mg kg⁻¹ MS; *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactii*, *Enterococcus faecium* y *Lactobacillus salivarius*). Al cabo de 21 d, la calidad de los ensilados se evaluó de acuerdo con Frankel (1984).

La composición química (Cuadro 2) de MS (934.1), PC (954.01), y cenizas (942.05) fue determinada según la AOAC (1997); fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN) y lignina detergente ácido (LDA) se determinó con el procedimiento 973.18 (AOAC, 1997) y el método de Van Soest *et al.* (1991), con un equipo ANKOM₂₀₀ (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, USA). La FDN se analizó sin alfa amilasa, pero con sulfito de sodio; FDN y FDA fueron expre-

MATERIALS AND METHODS

This experiment is the second part of a study conducted by our research group in which the same diets reported by Trujillo *et al.* (2014) were evaluated. To make the silages (Table 1), we used the methodology of Cobos *et al.* (1997) and Bórquez *et al.* (2009), and Sil-All 4x4® (10 mg kg⁻¹ DM; *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactii*, *Enterococcus faecium* and *Lactobacillus salivarius*) was added. After 21 d, the quality of the silages was evaluated according to Frankel (1984).

The chemical composition (Table 2) of DM (934.1), CP (954.01), and ash (942.05) was determined according to AOAC (1990). Acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent lignin (ADL) were determined with procedure 973.18 (AOAC, 1990) and the method of Van Soest *et al.* (1991) with ANKOM₂₀₀ equipment (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, USA). NDF was analyzed without alpha amylase, but with sodium sulfite; NDF and ADF were expressed without residual ash. pH was measured in the aqueous extract (Shaver *et al.*, 1984) of the silages with a potentiometer (Benchtop Cole Parmer 05669-20, Vernon Hills, IL, USA).

Metabolizable energy (EM) of the silages and diets was determined with the technique of *in vitro* gas production (Menke *et al.*, 1979; Theodorou *et al.*, 1994) and evaluated following Menke and Steingass (1988).

The diets (Table 3) contained 400 g kg⁻¹ DM silage and 600 g kg⁻¹ DM concentrate, with a similar content of N x 6.25 (145 g kg⁻¹ DM) and energy (10 MJ ME kg⁻¹ DM) for growing lambs (NRC, 2007).

Cuadro 1. Formulación y niveles de inclusión de ingredientes en ensilados.
Table 1. Formulation and levels of inclusion of ingredients in the silages.

	MEL			SPP		
	PO	CF	UR	PO	CF	UR
Ingredientes, g kg ⁻¹ MS						
Rastrojo de maíz	385	295	630	385	295	630
Pollinaza deshidratada [†]	385			385		
Cerdaza fresca [‡]		529			529	
Urea agrícola			30			30
Melaza de caña	231	177	340			
Subproducto de panadería				231	177	340

[†]Obtenidos en granjas comerciales. [‡]Recolectados del área de cerdos en etapa de crecimiento de la posta zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México. MEL, melaza de caña; SPP, subproducto de panadería; PO, pollinaza deshidratada; CF, cerdaza fresca; UR, urea agrícola ♦ Obtained from commercial farms. [‡]Collected from the area of growing pigs at the animal production post of the School of Veterinary Medicine and Animal production of the Universidad Autónoma del Estado de México. MOL, cane molasses; BBP, bakery by-product; DPL, dehydrated poultry litter; FPE, fresh pig excreta; UR, agricultural urea.

Cuadro 2. Composición química (g kg⁻¹ MS) y calidad de ensilados.
Table 2. Chemical composition (g kg⁻¹ DM) and silage quality.

	PO	MEL CF	UR	PO	SPP CF	UR
MS	431	369	422	416	342	338
PC	165	119	160	170	131	151
Cenizas	110	96	73	111	77	91
FDN	425	351	383	385	370	444
FDA	290	201	237	214	198	250
LDA	61	44	48	60	44	52
EM, Mcal kg ⁻¹ MS	1.82	1.85	1.82	1.84	1.82	1.83
Calidad de ensilado						
pH	4.0	4.1	4.2	4.1	4.2	4.2
Aceptabilidad (rango: 10 - 17)	13	11	10	14	10	10
Textura (1= seco, 5= pastoso)	5	5	5	5	5	5
Olor [†]	12	12	12	12	12	11
Color [‡]	3	3	3	3	3	3
Desperdicio, %	0	0	1	0	0	1
Calificación [§]	20	20	20	20	20	19
Costo, (US\$) BS	0.12	0.07	0.12	0.09	0.05	0.15

[†]Olor (0, desagradable - 12, muy agradable). [‡]Color (0, malo - 3, bueno). [§]Calificación (18-20 muy bueno; 10-17, satisfactorio; 4-9, malo a regular; 0-3, muy malo). MEL, melaza de caña; SPP, subproducto de panadería; PO, pollinaza deshidratada; CF, cerdaza fresca; UR, urea agrícola ♦ [†]Olor (0, unpleasant - 12, very pleasant). [‡]Color (0, poor - 3, good). [§]Score (18 - 20 very good; 10 - 17, satisfactory; 4 - 9, poor to regular; 0 - 3, very poor). MOL, cane molasses; BBP, bakery by-product; DPL, dehydrated poultry litter; FPE, fresh pig excreta; UR, agricultural urea.

sadas sin ceniza residual. El pH se midió en el extracto acuoso (Shaver *et al.*, 1894) de los ensilados con un potenciómetro (Benchtop Cole Parmer 05669-20, Vernon Hills, IL, USA).

La EM de ensilados y dietas se determinó con la técnica de producción de gas *in vitro* (Menke *et al.*, 1979; Theodorou *et al.*, 1994), y su evaluación se realizó de acuerdo a Menke y Steingass (1988).

Las dietas (Cuadro 3) contenían: 400 g kg⁻¹ MS de ensilado y 600 g kg⁻¹ MS de concentrado, con un contenido similar de N x 6.25 (145 g kg⁻¹ MS) y energía (10 MJ EM kg⁻¹ MS) para corderos en crecimiento (NRC, 2007).

Alimentación y características de la canal

Esta investigación se realizó en la unidad metabólica de la posta zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, con 30 corderos machos Rambouillet x Criollo (peso inicial 24.05 ± 3.68 kg). Los corderos se alojaron en corrales individuales de 2 m², equipados con bebedero y comedero; previo al experimento se registró el peso inicial (kg), cada cordero recibió ivermectina 1 % (0.2 mg kg⁻¹), vitaminas complejo B y ADE (VITAFORT ADE+B⁺; 4 mL) y fue inmunizado (Bobact- 8⁺; 2.5 mL). Además

Feeding and carcass characteristics

This study was conducted in the metabolic unit of the animal production post of the Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, with 30 male Rambouillet x Criollo lambs (initial weight 24.05±3.68 kg). The lambs were housed in individual 2 m² corrals, equipped with waterer and feeder. Before the experiment, initial weight (kg) was recorded, and each lamb received ivermectin 1 % (0.2 mg kg⁻¹), vitamin B complex and ADE (VITAFORT ADE+B⁺; 4 mL) and was vaccinated (Bobact- 8⁺; 2.5 mL). In addition, they underwent a 10-d period of adaptation to feed and handling. During the experiment, DMI and feeder reading were recorded daily to assure that the offered feed was 10 % more than the feed consumed the previous day (Harris, 1970). Feed was offered at 0900 h and at 1500 h with free access to water. The fattening period was 60 d and every 15 d changes in weight, feed conversion (FC) and feed efficiency (FE) were recorded (McDonald *et al.*, 2011; Church *et al.*, 2002). At all times, the lambs were treated following the protocols of the Ley Federal de Sanidad Animal in force and NOM-062-ZOO-1999. At the end of the fattening period, all the lambs were fasted for 24 h and weighed before being sacrificed, complying at all

Cuadro 3. Ingredientes y composición química de las dietas.**Table 3. Diet ingredients and chemical composition.**

	PO	MEL CF	UR	PO	SPP CF	UR
Ingredientes, g kg ⁻¹ MS						
Ensilado	400	400	400	400	400	400
Rastrojo de maíz	108	120	130	146	150	147
Grano de maíz molido	397	330	369	359	308	332
Salvado de trigo	40	40	36	40	40	40
Harina de soya, 44 % PC	20	75	30	20	67	46
Harina de pescado	10	10	10	10	10	10
Premezcla de vitaminas y minerales [†]	25	25	25	25	25	25
Composición química, g kg ⁻¹ MS						
MS	616	584	620	625	564	611
PC	146	144	144	146	144	144
Cenizas	79	69	72	76	68	80
FDN	306	317	416	373	355	418
FDA	152	160	233	190	185	216
LDA	43	30	45	44	40	46
EM, Mcal kg ⁻¹ MS	10	10	10	10	10	10
Ca	12	12	8	11	11	7
P	6	6	3	6	7	4
Costo (US\$) BS	0.16	0.13	0.19	0.14	0.17	0.16

[†] P, 6.0 %; Ca, 16 %; Na, 10 %; K, 0.2 %; Zn, 0.3 %; Cu, 0.06 %; Fe, 0.18 %; S 0.4 %; Mg, 0.2 %; Mn, 0.2 %; I, 20 ppm; Co, 6 ppm; Se, 12 ppm; Vitamina A, 50000 UI kg⁻¹; Vitamina D, 10000 UI kg⁻¹; Vitamina E, 250 UI kg⁻¹. MEL, melaza de caña; SPP, subproducto de panadería; PO, pollinaza deshidratada; CF, cerdaza fresca; UR, urea agrícola ♦ [†] P, 6.0 %; Ca, 16 %; Na, 10 %; K, 0.2 %; Zn, 0.3 %; Cu, 0.06 %; Fe, 0.18 %; S 0.4 %; Mg, 0.2 %; Mn, 0.2 %; I, 20 ppm; Co, 6 ppm; Se, 12 ppm; Vitamin A, 50000 UI kg⁻¹; Vitamin D, 10000 UI kg⁻¹; Vitamin E, 250 UI kg⁻¹. MOL, cane molasses; BBP, bakery by-product; DPL, dehydrated poultry litter; FPE, fresh pig excreta; UR, agricultural urea.

recibieron 10 d de adaptación a la alimentación y condiciones de manejo. Durante el experimento se registró el CMS y la lectura del comedero cada día, para calcular que el alimento ofrecido fuera 10 % mayor al alimento consumido el día anterior (Harris, 1970); El alimento se ofreció a las 0900 h y a las 1500 h con agua a libre acceso. El período de engorda fue de 60 d y cada 15 d se registraron los cambios de peso, la conversión alimenticia (CA) y eficiencia alimenticia (EA) (McDonald *et al.*, 2011; Church *et al.*, 2002). En todo momento, los corderos recibieron un trato de acuerdo con los protocolos de la Ley Federal Sanidad Animal vigente y NOM-062-ZOO-1999. Al final del período de engorda, todos los corderos ayunaron 24 h, se pesaron antes de ser sacrificados, y en todo momento se observó la normatividad aplicable (NOM-033-SAG/ZOO-2014). Después se midió rendimiento de la canal y se valoraron las características de engrasamiento y conformación (European Community, 2008), morfometría, grado de engrasamiento (Colomer *et al.*, 1987, 1988) y grasa pélvico-renal (Delfa *et al.*, 1992). Para determinar el área del ojo de la chuleta (*Longissimus dorsi*) entre la 12ª y 13ª costilla se utilizó el método de cuadrícula (USDA, 2011; Thayer *et al.*, 2000).

times with the applicable regulations (NOM-033-ZAG/ZOO-2014). After sacrifice, carcass yield and fat characteristics and conformation were evaluated (European Community, 2008), and morphometry, degree of fat (Colomer *et al.*, 1987, 1988) and pelvic-renal fat were analyzed (Delfa *et al.*, 1992). To determine the ribeye area (*Longissimus dorsi*) between the 12th and 13th rib, the grid method was used (USDA, 2011; Thayer *et al.*, 2000).

Experimental designs and statistical models

Dry matter intake was analyzed with repeated measurements and the experimental design was split block proposed by Littell *et al.* (2002, 2006) and Steel *et al.* (1997). Carbohydrate source (MOL and BBP) were assigned to the large plot and source of N (DPL, FPE and UR) were assigned to the small plots:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta X_{ij} + b_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + e_{ijk}$$

where y_{ijk} is the response in period k of the j^{th} lamb assigned to treatment i ; μ , general mean of the treatment; α_i , treatment

Diseños experimentales y modelos estadísticos

El CMS se analizó con medidas repetidas y el diseño experimental fue de parcelas divididas propuesto por Littell *et al.* (2002, 2006) y Steel *et al.* (1997), asignando a la parcela mayor la fuente de carbohidratos (MEL y SPP), y a las parcelas menores la fuente de N (PO, CF y UR):

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta X_{ij} + b_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + e_{ijk}$$

donde y_{ijk} es la respuesta en el período k sobre el cordero j th asignado al tratamiento i ; μ , media general de tratamiento; α_i , tratamiento i ; β , coeficiente de regresión; X_{ij} , peso inicial como covariable; b_{ij} , efecto aleatorio asociado al cordero j th en el tratamiento i asumiendo $N(0, \sigma_b^2)$; γ_k , período de medición k ; $(\alpha\gamma)_{ik}$, interacción de tratamiento i con período de medición k ; e_{ijk} , error aleatorio asociado al cordero j th asignado al tratamiento i en el período k , i.i.d. $N(0, \sigma^2)$.

El análisis estadístico se realizó con el procedimiento MIXTO (SAS Institute Inc., 2004; Littell *et al.*, 2006) considerando efectos fijos a los tratamientos y períodos de medición, y efectos aleatorios a los corderos, con modelo de correlación Toeplitz (TOEP). Los contrastes ortogonales se realizaron con la opción CONTRAST y LSMESTIMATE.

Para el análisis de las variables de rendimiento, engrasamiento y morfometría de la canal, el diseño experimental fue bloques al azar con arreglo factorial 2 x 3 (Dean y Voss, 1999) y el modelo estadístico fue:

$$Y_{hijt} = \mu + \theta_h + \gamma_i + \delta_j + (\gamma\delta)_{ij} + (\theta\gamma)_{hi} + (\theta\delta)_{hj} + (\theta\gamma\delta)_{hij} + e_{hijt}$$

donde μ : media general del tratamiento; θ_h : efecto de bloque (peso inicial de los corderos); γ_i : fuente de carbohidratos (melaza de caña y subproducto de panadería); δ_j : fuente de nitrógeno (pollinaza, cerdaza fresca y urea); $(\gamma\delta)_{ij}$: efecto de interacción entre factores (NxC); $(\theta\gamma)_{hi}$: interacción del bloque con fuente de carbohidratos; $(\theta\delta)_{hj}$: interacción de bloque con fuente de nitrógeno; $(\theta\gamma\delta)_{hij}$: interacción de bloque con fuente de carbohidratos y fuente de nitrógeno; e_{hijt} : error aleatorio asociado al bloque h , fuente de carbohidratos i , fuente de nitrógeno j y error asociado a la observación t , i.i.d. $N(0, \sigma^2)$.

Las variables cuantitativas se analizaron con GLM (SAS Institute Inc., 2004) y se obtuvieron las diferencias de las medias de cuadrados mínimos.

Los tratamientos se asignaron de modo aleatorio a las unidades experimentales (corderos) y MEL con UR y SPP con UR fueron considerados testigos por contener solo N soluble.

i ; β , coefficient of regression; X_{ij} , initial weight as covariable; b_{ij} , random effect associated with the j th lamb in treatment i assuming $N(0, \sigma_b^2)$; γ_k , measurement period k ; $(\alpha\gamma)_{ik}$, interaction of treatment i with period and measurement k ; e_{ijk} , random error associated with the j th lamb assigned to treatment i in period k , i.i.d. $N(0, \sigma^2)$.

For the statistical analysis, we used the MIXED procedure (SAS Institute Inc., 2004; Littell *et al.*, 2006) considering the treatments and periods of measurement as fixed effects and lambs as random effects, with the Toeplitz (TOEP) correlation model. Orthogonal contrasts were carried out with the options CONTRAST and LSMESTIMATE.

For analysis of the carcass yield variables fat thickness and morphometry, the experimental design was random blocks with 2x3 factorial arrangement (Dean and Voss, 1999). The statistical model was:

$$Y_{hijt} = \mu + \theta_h + \gamma_i + \delta_j + (\gamma\delta)_{ij} + (\theta\gamma)_{hi} + (\theta\delta)_{hj} + (\theta\gamma\delta)_{hij} + e_{hijt}$$

where μ : general mean of the treatment; θ_h : effect of the block (initial lamb weight); γ_i : source of carbohydrates (cane molasses and bakery by-product); δ_j : source of nitrogen (poultry litter, fresh pig excreta and urea); $(\gamma\delta)_{ij}$: effect of the interaction between factors (NxC); $(\theta\gamma)_{hi}$: block interaction with sources of carbohydrates; $(\theta\delta)_{hj}$: block interaction with nitrogen source; $(\theta\gamma\delta)_{hij}$: block interaction with carbohydrate source and nitrogen source; e_{hijt} : random error associated with block h , carbohydrate source i , nitrogen source j and error associated with observation t , i.i.d. $N(0, \sigma^2)$.

Quantitative variables were analyzed with GLM (SAS Institute Inc., 2004), and differences of the means of least squares were obtained.

The treatments were assigned randomly to the experimental units (lambs) and MOL with UR and BBP with UR were considered controls since they only contain soluble N.

Analysis of differences of the medians of each subjective variable was performed with the Kruskal-Wallis test ($p \leq 0.05$) to compare the treatments (Sprent and Smeeton, 2001; Corder and Foreman, 2009) with a completely randomized design. The treatments were considered independent samples with PROC NPAR1WAY (SAS Institute Inc., 2004).

RESULTS AND DISCUSSION

Dry matter intake (DMI)

Means of least squares of DMI at 60 d were not different ($p > 0.05$) among treatments (Table 4).

El análisis de las diferencias de las medianas de cada variable subjetiva se realizó con la prueba de Kruskal-Wallis ($p \leq 0.05$) para comparar los tratamientos (Sprent y Smeeton, 2001; Corder y Foreman, 2009) con un con diseño completamente al azar. Los tratamientos fueron considerados muestras independientes con PROC NPAR1WAY (SAS Institute Inc., 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de materia seca

Las medias de cuadrados mínimos de CMS a los 60 d no presentaron diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 4). Estos resultados de CMS son similares a los reportados por Abdulazeez *et al.* (2016), para carneros alimentados con dietas con distintos niveles de mazorca de maíz tratada con solución acuosa de urea ($50 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) más cenizas de madera ($180 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$). Jayasuriya *et al.* (1983) alimentaron corderos con paja de trigo tratada con NH_3 y urea, y observaron similitudes ($p > 0.05$) en CMS entre tratamientos, y concluyeron que esta respuesta se debió al aumento en digestibilidad de hemicelulosa. Nuestros resultados son similares a los de Bórquez *et al.* (2010) para CMS, balance de N y digestibilidad de MS, MO, PC, FDN, FDA al proporcionar ensilado

These results for DMI are similar to those reported by Abdulazeez *et al.* (2016), who fed lambs diets with different levels of maize ears treated with an aqueous solution of urea ($50 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) plus wood ash ($180 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$). Jayasuriya *et al.* (1983) fed lambs wheat straw treated with NH_3 and urea; they observed similar DMI among treatments and concluded that this response was due to the increase in hemicellulose digestibility. Our results are similar to those of Bórquez *et al.* (2010) for DMI, N balance and digestibility of DM, OM, CP, NDF, and ADF in lambs fed silage ($270 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) based on cattle manure, maize stover, sugarcane molasses or bakery by-product plus tallow. In contrast, with increasing levels of sorghum stubble with urea (1.4 a $2.8 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) in kid diets, Olafadehan and Adebayo (2016) observed a linear decrease in DMI and DWG, which they attributed to a reduction in palatability, ruminal degradation, increase in retention time of feed in the digestive tube, and probably because of excess NH_3 and increased metabolic heat (Burrin and Mersmann, 2005).

According to Ali *et al.* (2012), with maize stover silaged with urea NH_3 or urea plus cattle manure, DMI improved in adult sheep; they concluded that inclusion of excreta is beneficial to the palatability

Cuadro 4. Efecto de la inclusión de ensilados de excretas y urea en dietas para corderos en crecimiento sobre el rendimiento.

Table 4. Effect of including excreta and urea in silage in lamb diets on yield.

	MEL			SPP			EEM
	PO	CF	UR	PO	CF	UR	
Peso vivo inicial, kg	22.7	25.9	21.3	24.9	26.4	22.8	2.09
Peso vivo vacío (final), kg [‡]	31.3	34.7	27.7	33.9	32.4	29.7	1.47
GDP, g d ⁻¹ [‡]	161.4	167.2	116.3	175.1	160.2	146.6	14.51
CMS, g d ⁻¹	831.5	794.9	805.5	864.5	836.2	705.5	81.45
CA, kg	5.0	5.0	6.2	5.0	5.9	5.6	0.65
EA, g kg ⁻¹	204.0	205.1	178.2	204.4	193.3	184.0	25.13
Peso canal caliente, kg ^{‡,†}	13.0	14.0	11.2	14.3	15.2	12.4	0.95
Peso de la canal fría, kg [†]	12.4	13.6	11.2	13.6	14.7	12.1	0.93
Rendimiento verdadero, %	39.6	39.1	40.5	40.2	45.3	40.6	1.69

[†]Efecto lineal de fuente de carbohidratos la probabilidad del efecto; [‡]efecto de la fuente de nitrógeno, $p \leq 0.05$; [§]efecto de la fuente de carbohidratos, $p \leq 0.05$; ^{NxC} interacción de la fuente de N x fuente de C, $p \leq 0.05$; EEM: error estándar de la media. MEL, melaza de caña; SPP, subproducto de panadería; PO, pollinaza deshidratada; CF, cerdaza fresca; UR, urea agrícola ♦ [†]Linear effect of carbohydrate source; [‡]effect of nitrogen source, $p \leq 0.05$; [§]effect of carbohydrate source, $p \leq 0.05$; ^{NxC} interaction N source x C source, $p \leq 0.05$; SEM: standard error of the mean. MOL, sugarcane molasses; BBP, bakery by-product; DPL, dehydrated poultry litter; FPE, fresh pig excreta; UR, agricultural urea.

(270 g kg⁻¹ MS) a base de estiércol bovino, rastrojo de maíz, melaza de caña o subproducto de panadería más sebo de res, a borregos. Pero al incrementar niveles de ensilado de pata de sorgo con urea (1.4 a 2.8 g kg⁻¹ MS) en dietas para cabritos, Olafadehan y Adebayo (2016) observaron disminución lineal en CMS y GDP, lo cual se atribuyó a la reducción en palatabilidad, degradación ruminal, incremento de tiempo de retención de alimento en el tubo digestivo, y probablemente por exceso de NH₃ e incremento de calor metabólico (Burrin y Mersmann, 2005).

De acuerdo con Ali *et al.* (2012), el ensilado de rastrojo de maíz con urea, NH₃ o urea más estiércol bovino mejoró 15 % el CMS en ovinos adultos y concluyeron que la inclusión de excretas beneficia la palatabilidad de los ensilados. Al respecto, Sarwar y Shahzad (2011) observaron un comportamiento similar en novillos alimentados con ensilado de estiércol bovino, paja de trigo, melaza de caña y urea, sustituyendo proteína de sobrepaso. Según Azizi-Shotokhoft *et al.* (2015), el CMS disminuyó en corderos alimentados con dietas con niveles crecientes de pollinaza termoprocesada, lo cual se atribuyó a la forma física del alimento. Seok *et al.* (2016) reportaron un efecto similar al incluir ensilado de pollinaza más sustrato de cultivo de hongos, paja de trigo y residuo de caramelo de maíz en dietas para borregos.

Sin embargo, los efectos de estos ensilados sobre comportamiento metabólico, *in vitro* e *in situ* contrastan con los hallazgos de Trujillo *et al.* (2014) y Martínez *et al.* (2015) quienes encontraron mayor CMS para las dietas PO con MEL o SPP y MEL con CF. Además, UR con SPP obtuvo valores inferiores de CMS debido al mayor contenido de FDN, pero todas las dietas tuvieron contenido similar de PC y EM, lo que permitió un aporte suficiente de nitrógeno no proteico y carbohidratos hidrosolubles para la absorción de NH₃ en epitelio ruminal, y por consiguiente control de la saciedad (Burrin y Mersmann, 2005).

Rendimiento y características de la canal

En nuestro estudio hubo efecto ($p \leq 0.05$) de la fuente de N sobre la GDP, peso vivo vacío y peso de la canal caliente; el rendimiento fue mayor con dietas con PO y CF (Cuadro 4). Este efecto pudo deberse al mayor consumo y retención de N en corderos alimentados con las mismas dietas (Trujillo *et al.*,

of the silages. In this respect, Sarwar and Shahzad (2011) observed similar behavior in steers fed silage composed of cattle manure, wheat straw, cane molasses and urea, substituting bypass protein. According to Azizi-Shotokhoft *et al.* (2015), DMI decreased in lambs fed diets with increasing levels of heat-processed poultry litter; they attributed this to the physical form of the feed. Seok *et al.* (2016) reported a similar effect when they included silaged poultry litter plus substrate from mushroom cultivation, wheat straw and caramelized maize residue in diets for sheep.

However, the effects of these silages on metabolic behavior, *in vitro* and *in situ*, contrast with the findings of Trujillo *et al.* (2014) and Martínez *et al.* (2015), who obtained higher DMI with DPL diets with MOL or BBP and MOL with FPE. In addition, UR with BBP obtained lower values of DMI due to higher NDF content, but all the diets had similar contents of CO and EM, which contributed sufficient non-protein nitrogen and hydro-soluble carbohydrates for NH₃ absorption in the ruminal epithelium, and therefore, for control of satiety (Burrin and Mersmann, 2005).

Yield and carcass characteristics

In our study gives there was an effect ($p \leq 0.05$) of N source on DWG, empty live weight and hot carcass weight; yield was higher with DPL and FPE diets (Table 4). This effect could have been due to higher N intake and retention in lambs fed with the same diets (Trujillo *et al.*, 2014), which supplied the necessary nitrogen and energy for VFA and microbial protein synthesis in the rumen, permitting extensive absorption of VFA and NH₃ in the rumen epithelium as well as amino acids in the small intestine for synthesis of muscular tissue (Przybylski and Hopkins, 2016). Diets with maize stover *ad libitum* (664 g kg⁻¹ DM) plus concentrate (336 g kg⁻¹ DM) composed of wheat bran, cottonseed paste, cane molasses and urea (60, 139, 75 and 6 g kg⁻¹ DM, respectively) increased heifer DWG due to the higher quantity and availability of fermentable sugars from the cane molasses, relative to treatments with lower amounts of non-protein nitrogen and soluble carbohydrates (Assefa *et al.*, 2013).

Lambs fed peanut shells with urea (4 g kg⁻¹ DM) increased N-NH₃ concentration in ruminal liquid,

2014), y estas aportarían nitrógeno y energía necesarios para la síntesis de AGV y proteína microbiana en rumen, lo que permite absorción extensa de AGV y NH_3 en epitelio ruminal, así como aminoácidos en intestino delgado para la síntesis de tejido muscular (Przybylski y Hopkins, 2016). Dietas con rastrojo de maíz *ad libitum* (664 g kg^{-1} MS) más concentrado (336 g kg^{-1} MS) compuesto de salvado de trigo, pasta de algodón, melaza de caña y urea ($60, 139, 75$ y 6 g kg^{-1} MS, respectivamente), aumentó la GDP en terneras debido a la mayor cantidad y disponibilidad de azúcares fermentables de la melaza de caña, respecto a los tratamientos con menor cantidad de nitrógeno no proteico y carbohidratos solubles (Assefa *et al.*, 2013).

En corderos alimentados con ensilado de cascarrilla de cacahuete con urea (4 g kg^{-1} MS) aumentó la concentración de N-NH_3 en líquido ruminal, el CMS, la GDP y la CA (Hameed *et al.*, 2013). Ko *et al.* (2001) alimentaron novillos Hanwoo con tres dietas integrales (ensilado más concentrado): 1) ensilado de maíz (ES), 2) ES con paja de trigo tratada con NH_3 (testigo), y 3) ES con ensilado de pollinaza (300 g kg^{-1} MS). La dieta 3 aumentó la GDP, el peso de las canales y redujo el grosor de grasa torácica.

En nuestro experimento hubo efecto ($p \leq 0.05$) de la fuente de N sobre longitud de la canal intacta, longitud de la media canal, longitud de pierna, profundidad de la canal, área de la chuleta, patas y cabeza (Cuadro 5). El ancho de pierna tuvo un efecto ($p \leq 0.05$) de interacción de $\text{N} \times \text{C}$, y la fuente de C afectó ($p < 0.05$) el perímetro de pierna y área de la chuleta. Demirel *et al.* (2013) observaron incremento en la longitud de la canal y longitud del miembro posterior, al alimentar corderos Tahirova x Sakiz destetados con ensilado de triticale/avena mezclado con inoculantes, enzimas y avena, comparado con las dietas con heno de pasto+avena, y ensilado de triticale/avena. Los resultados de nuestro estudio coinciden con los de Hajji *et al.* (2015), quienes no observaron efecto de nivel de N sobre el peso de pulmones y corazón en corderos. Ríos-Rincón *et al.* (2014) formularon dietas para corderos Pelibuey x Katahdin con $175.5 - 145 \text{ g kg}^{-1}$ MS de PC, y $12.76 - 11.84 \text{ MJ kg}^{-1}$ MS de EM a base de maíz rolado, pasta de soya, heno de Sudan, melaza de caña y sebo de res; no hubo diferencias en GDP, CA, EA, rendimiento verdadero, ni en área de la chuleta, grosor de grasa torácica, pero aumentó engrasamiento de la cavidad

DMI, DWG and FC (Hameed *et al.*, 2013). Ko *et al.* (2001) fed Hanwoo steers three integral diets (silage plus concentrate): 1) maize silage (ES), 2) ES with wheat straw treated with NH_3 (control), and 3) ES with silaged chicken manure (300 g kg^{-1} DM). Diet 3 increased DWG and carcass weight and reduced thoracic fat thickness.

In our experiment, there was an effect ($p \leq 0.05$) of N source on intact carcass length, carcass half length, leg length, loin area, feet and head (Table 5). Leg width was affected ($p \leq 0.05$) by the interaction $\text{N} \times \text{C}$, and the C source affected ($p \leq 0.05$) leg perimeter and loin area. Demirel *et al.* (2013) observed an increment in carcass length and hind leg length when weaned Tahirova x Sakiz lambs were fed triticale/oat silage mixed with inoculants, enzymes and oats, compared with those fed diets of grass hay+oats and triticale/oat silage. The results of our study coincide with those of Hajji *et al.* (2015), who observed an effect of N level on weight of lungs and heart in lambs. Ríos-Rincón *et al.* (2014) formulated diets for Pelibuey x Katahdin lambs with $175.5 - 145 \text{ g kg}^{-1}$ DM of CP, and $12.76 - 11.84 \text{ MJ kg}^{-1}$ DM of ME based on rolled maize, soybean paste, Sudan grass, cane molasses and beef fat. There were no significant differences in GWG, FC, true yield, loin area, or thoracic fat thickness, but fat deposit in the pelvic renal cavity and on the heart increased with the interaction of high levels of N and ME.

Subcutaneous fat thickness (Table 6) of the carcass was affected by the interaction $\text{N} \times \text{C}$ in the second measurement, suggesting that substituting hydro-soluble carbohydrates and non-protein nitrogen of the silages did not provide sufficient ME or CP. According to Kerry *et al.* (2002), this produces a higher degree of fat deposit and increases muscle and carcass weight. Moreover, subcutaneous fat thickness for BBP and FPE have similar values in lambs fed maize silage plus cane bagasse (Suliman *et al.*, 2016). With similar percentages of sugar beet molasses in lamb diets, Taheri *et al.* (2013) found thicker back fat (4.6 mm) and similar DWG.

In our study, the N source increased ($p \leq 0.05$) thoracic fat thickness in BBP treatments with FPE and BBP with DPL. Inferior conformation (P) of the carcass was found with the combination of BBP with UR, characterized by deficient muscular development. With the other treatments, conformation scores were O to U, the latter of which

Cuadro 5. Morfometría y rendimiento del quinto cuarto de corderos alimentados con ensilados experimentales.**Table 5. Morphometry and yield of the fifth fourth of lambs fed experimental silages.**

	PO	MEL CF	UR	PO	SPP CF	UR	EEM
Longitud de la canal intacta, cm ^{†,‡}	65.6	68.0	62.9	67.9	69.0	65.4	1.60
Longitud de la media canal, cm [†]	61.5	60.4	57.2	61.7	61.0	56.3	1.31
Ancho de grupa, cm	22.0	21.2	22.5	23.1	21.5	19.2	1.41
Ancho mayor de tórax, cm	18.9	20.4	16.1	20.3	20.3	19.6	1.36
Ancho menor de tórax, cm	16.4	17.6	13.7	17.4	17.4	16.7	1.19
Longitud de pierna, cm [†]	27.7	29.1	20.6	27.2	29.5	20.4	1.23
Profundidad de la canal, cm [†]	24.7	25.2	23.0	25.3	25.6	23.9	0.59
Perímetro de pierna, cm ^C	57.2	61.5	59.8	60.7	61.2	56.7	1.43
Ancho de pierna, cm ^{NxC}	20.2	21.5	20.8	21.8	20.7	19.5	0.57
Área de la chuleta, cm ² ^{†,‡,§,L}	10.2	12.6	9.3	12.4	14.3	12.9	0.91
Pulmones y corazón, kg	1.1	1.5	1.4	1.4	1.4	1.2	0.10
Vísceras vacías, kg	2.6	2.6	2.5	2.6	2.6	2.5	0.19
Patas y cabeza, kg [†]	2.8	3.0	2.5	2.8	2.9	2.7	0.09
Sangre, kg	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	0.03

[†]Efecto de la fuente de nitrógeno, $p \leq 0.05$; [‡]efecto lineal de fuente de carbohidratos; ^Cefecto de la fuente de carbohidratos, $p \leq 0.05$; ^{NxC}interacción de la fuente de N x fuente de C, $p \leq 0.05$; EEM: error estándar de la media. MEL, melaza de caña; SPP, subproducto de panadería; PO, pollinaza deshidratada; CF, cerdaza fresca; UR, urea agrícola. [§]Effect of the nitrogen source, $p \leq 0.05$; ^Llinear effect of carbohydrate source; ^C effect of carbohydrate source, $p \leq 0.05$; ^{NxC} interaction of N source x C source, $p \leq 0.05$; SEM: standard error of the mean. MOL, cane molasses; BBP, bakery by-product; DPL dehydrated poultry litter; FPE, fresh pig excreta; UR, agricultural urea.

pélvico renal y corazón con la interacción de niveles altos de N y EM.

La profundidad de la grasa subcutánea (Cuadro 6) de la canal fue afectada ($p \leq 0.05$) por la interacción NxC en la segunda medición, lo cual sugiere que la sustitución de carbohidratos hidrosolubles y nitrógeno no proteico de ensilados aportó suficiente EM y PC lo cual, según Kerry *et al.* (2002), produce mayor grado de engrasamiento, incremento muscular y peso de la canal. Además, el grosor de grasa subcutánea para SPP y CF tiene valores similares en corderos alimentados con ensilado de maíz más residuos de caña de azúcar (Suliman *et al.*, 2016). Con porcentajes similares de melaza de remolacha en dietas para corderos, Taheri *et al.* (2013) encontraron mayor profundidad de grasa dorsal (4.6 mm) y GDP similar.

En nuestro estudio la fuente de N aumentó ($p \leq 0.05$) el grosor de la grasa torácica en los tratamientos de SPP con CF y SSP con PO. La conformación inferior (P) de la canal fue para la combinación de SPP con UR caracterizado por deficiente desarrollo

are short, wide, and round carcasses. The diet with BBP and FPE, relative to other treatments, produced greater ($p \leq 0.05$) states of external fat cover (carcass fat, 4; characterized by covering most of the carcass, but is less thick over hind legs), meat color (light pink) and fat color (cream), which is related to higher leg, loin, economic valuation of cuts and lean meat (Nsoso *et al.*, 2000). All the treatments caused similar ($p > 0.05$) degrees of pelvic and renal cavity fat. Azizi-Shotokhoft *et al.* (2015) report a decrease in visceral and internal fat weight as the content of poultry litter increases linearly (140 g kg⁻¹ DM) in the diet. Moreover, there were no effects on other carcass components.

Ko *et al.* (2001), who fed Hanwoo steers maize-silage-based diets with poultry litter, found no differences in sirloin area, meat color or fat color, relative to the control group. Diets for lambs with 160 g CP kg⁻¹ DM with faba bean (500 g kg⁻¹ DM) and barley (500 g kg⁻¹ DM) components plus *ad libitum* oat hay promoted greater accumulation of fatty deposits and weight of empty viscera (Hajji *et*

Cuadro 6. Efecto de las dietas sobre el engrasamiento y conformación de la canal de corderos en crecimiento.
Table 6. Effect of the lamb diets on fat and carcass conformation of growing lambs.

	PO	MEL CF	UR	PO	SPP CF	UR	EEM
Profundidad de grasa subcutánea (3a)							
Primera medición, mm [†]	3.6	3.5	3.2	4.0	6.0	3.1	0.62
Segunda medición, mm ^{NxC}	3.0	3.9	3.2	3.6	6.0	2.4	0.53
Grosor de grasa torácica (3b), mm [‡]	3.4	3.8	3.4	3.8	5.2	2.1	0.56
Conformación [*]	O	O	R	R	U	P	-
Prueba de Kruskal-Wallis							p ≤
Grado de engrasamiento de cobertura	1.8	2.5	1.4	2.4	4.0	1.8	0.01
Cobertura grasa interna	2.4	2.8	3.0	2.80	2.6	2.8	NS
Color de carne	1.8	2.0	1.2	2.0	2.0	1.8	0.05
Color de grasa de cobertura (subcutánea)	1.2	1.3	1.0	1.0	2.0	1.0	0.01

[†]Efecto lineal de fuente de carbohidratos probabilidad; ^{*}Mediana, [‡]efecto de la fuente de nitrógeno ($p \leq 0.05$); [‡]efecto de la fuente de carbohidratos ($p \leq 0.05$); ^{NxC}interacción de la fuente de N x fuente de C ($p \leq 0.05$); EEM: error estándar de la media. S, superior; E, excelente; U, muy buena; R, buena; O, menos buena; P, inferior. Grado de engrasamiento de cobertura (1, muy magra; 5, muy grasa). Cobertura grasa interna (1, riñonada cubierta; 2, pequeña ventana; 3, gran ventana; 4, descubierta). Color de carne (1, músculo claro; 2, músculo rosa; 3, músculo rojo). Color de grasa de cobertura (1, blanco; 2, crema; 3, amarillo). MEL, melaza de caña; SPP, subproducto de panadería; PO, pollinaza deshidratada; CF, cerdaza fresca; UR, urea agrícola ♦ [†]Linear effect of carbohydrates; ^{*}Median, [‡]effect of nitrogen source ($p \leq 0.05$); [‡]effect of carbohydrate source ($p \leq 0.05$); ^{NxC}interaction N source x C source ($p \leq 0.05$); SEM: standard error of the mean. S, superior; E, excellent; U, very good; R, good; O, less good; P, inferior. Degree of covering fat (1, very lean; 5, very fatty). Internal fat coverage (1, kidney cover; 2, small window; 3, large window; 4, uncovered). Meat color (1, pale muscle; 2, pink muscle; 3, red muscle). Cover fat color (1, white; 2, cream-colored; 3, yellow). MOL, cane molasses; BBP, bakery by-product; DPL dehydrated poultry litter; FPE fresh pig excreta; UR, agricultural urea.

muscular; con los otros tratamientos los grados de conformación fueron de O a U, estos últimos con canales cortas, anchas y redondas. La dieta con SPP y CF, respecto a los otros tratamientos, produjo los mayores ($p \leq 0.05$) estados de cobertura de grasa externa (canal grasa, 4; caracterizada por cubrir la mayor parte de la canal, pero menos espesa sobre los miembros posteriores), color de carne (rosa claro) y color de grasa (crema), lo cual se relaciona con mayor rendimiento de pierna, lomo, valoración económica de cortes y carne magra (Nsoso *et al.*, 2000). Todos los tratamientos causaron grados similares ($p \leq 0.05$) de engrasamiento de cavidad pélvica y riñonada. Azizi-Shotokhoft *et al.* (2015) reportan disminución en el peso de vísceras y grasa interna al aumentar de forma lineal el contenido de pollinaza (140 g kg⁻¹ MS) en la dieta y, además, observaron que no hubo efecto ($p < 0.05$) en otros componentes de la canal.

Al alimentar novillos Hanwoo con dietas a base ensilado de maíz con pollinaza, Ko *et al.* (2001) no encontraron diferencias en el área de la chuleta, color de carne y color de grasa, comparado con el

al., 2015), and with 110 g CP kg⁻¹ DM (without faba bean), meat color, leg yield, and pelvic and renal fat improved.

CONCLUSIONS

Inclusion of silaged material with different sources of nitrogen and carbohydrates did not affect dry matter intake, feed conversion, feed efficiency or true carcass yield.

Diets with silaged fresh pig excreta and bakery by-products and with silaged fresh pig excreta and cane molasses improved carcass morphometry, conformation and fat deposit in carcass of growing lambs.

—End of the English version—

—*—

grupo testigo. Dietas para corderos en crecimiento con 160 g PC kg⁻¹ MS compuestas de haba (500 g kg⁻¹ MS) y cebada (500 g kg⁻¹ MS) más heno de avena *ad libitum* promovieron ($p < 0.05$) acumulación de depósitos grasos y peso de vísceras vacías (Hajji *et al.*, 2015), y con 110 g PC kg⁻¹ MS (no incluyó haba) mejoró el color de carne, rendimiento de pier-na, engrasamiento pélvico y renal.

CONCLUSIONES

La inclusión de ensilados con distinta fuente de nitrógeno y carbohidratos no afectó el consumo de materia seca, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia y rendimiento verdadero de la canal.

Las dietas con ensilado de CF con SPP y CF con MEL mejoraron la morfometría, conformación y engrasamiento de la canal de corderos en crecimiento.

LITERATURA CITADA

- Abdulazeez, A., C. M. Tsopito, O. R. Madibela, and J. M. Kamau. 2016. Effect of urea/wood ash-treated maize cobs as substitute for maize grain in sheep diet on intake, digestibility, nitrogen utilization, rumen NH₃-N and pH. *J. Anim. Sci.* 6: 1580-1581.
- Ali, I., J. P. Fontenot, and V. G. Allen. 2012. Effects of feeding corn stover treated with different nitrogen sources on palatability and dry matter intake in sheep. *J. Vet. Anim. Sci.* 2:11-12.
- AOAC, 1997. Official methods of analysis (16th ed). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia, USA. Vol. 1. 771 p.
- Assefa, D., A. Nurfeta, and S. Banerjee. 2013. Effects of molasses level in a concentrate mixture on performances of crossbred heifer calves fed a basal diet of maize stover. *J. Cell Anim. Biol.* 7:1-8.
- Azizi-Shotokhoft, A., J. Rezai, N. Papi, D. Mirmohammadi, and H. Fazaeli. 2015. Effect of feeding heat-processed broiler litter in pellet-form diet on the performance of fattening lambs. *J. Appl. Anim. Res.* 43: 184-190.
- Bórquez, J. L., S. S. González-Muñoz, J. M. Pinos-Rodríguez, I. Domínguez, J. R. Bárcena, G. D. Mendoza, M. A. Cobos, and G. Bueno. 2009. Feeding value of ensiling fresh cattle manure with molasses or bakery by-products in lambs. *Livest. Sci.* 122: 276-280.
- Bórquez, J. L., J. M. Pinos-Rodríguez, S. S. González-Muñoz, I. Domínguez, R. Bárcena, G. Mendoza, and M. Cobos. 2010. Use of different kind of silage dairy cattle manure in lamb nutrition. *Ital. J. Anim. Sci.* 9: 129-133.
- Burrin, D. G. and H. Mersmann. 2005. Biology of metabolism in growing animals. Elsevier. London, U.K. 491 p.
- Church, D. C., W. G. Pond, and K. R. Pond. 2002. Fundamentos de la nutrición y alimentación de animales. Segunda edición. Edit. LIMUSA WILEY. México. 635 p.
- Cobos, P. M., S. M. González, G. D. M., Mendoza, C. B. García, and R. G. Bárcena. 1997. Nutritional evaluation of cattle manure, molasses and corn stover silage for lambs. *Small Ruminant Res.* 25:33-38.
- Colomer, R. F., F. P. Morand, A. H. Delfa, and A. I. Sierra. 1988. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. INIA. Madrid, España. 32 p.
- Colomer, R. F., F. P. Morand, and A. H. Kirton. 1987. Standard methods and procedures for Goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Liv. Produc. Sci.* 17: 149-159.
- Corder, G. W. and D. I. Foreman. 2009. Nonparametric Statistics for Non-statisticians: A Step-by-step Approach. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey. USA. 264 p.
- Dean, A. M., and D. T. Voss. 1999. Design and analysis of experiments. Springer-Verlag, New York, Inc. 753 p.
- Delfa, R., A. Teixeira, and D. González. 1992. Composición de la canal. Medida de la composición. *Ovis.* 23: 9-22.
- Denton, J. H., C. N. Coon, J. E. Pettigrew, and C. M. Parsons. 2005. Historical and scientific perspectives of same species feeding of animal by-products. *J. Appl. Poult. Res.* 14:352-361.
- Demirel, G., A. Y. Pekel, B. Ekiz, H. Biricik, N. Kocabağlı, and M. Alp. 2013. The effects of barley/triticale silage on performance, carcass characteristics, and meat quality of lambs. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 37: 727-733.
- European Community. 2008. Commission Regulation (CE) no 1249/2008 of 10 December 2008 laying down detailed rules on the implementation of the community scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and the reporting of prices thereof. *Off. J. Eur. Union*, L 337/3. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1473400865387&uri=CELEX:32008R1249>. (Accessed: January 2016).
- Frankel, M. A. 1984. Conservación de forrajes: henificación, ensilado, deshidratación. Albatros, Buenos Aires, Argentina. 150 p.
- Hajji, H., S. Smeti, M. Ben Amouda, and N. Atti. 2015. Effect of protein level on growth performance, non-carcass components and carcass characteristics of young sheep from three breeds. *Anim. Prod. Sci.* 56: 1-7.
- Hameed, A. A. M. A., F. E. L. A. M. Seed, and A. M. Salih. 2013. Growth performance and rumen fermentation of lambs fed untreated or urea treated groundnut hull with different protein sources. *J. Anim. Prod. Adv.* 3: 86-96.
- Harris, L. E. 1970. Nutrition research techniques for domestic and wild animals. An international record system and procedures for analyzing samples. 1408 Highland Drive, Logan Utah, USA, Vol. 1. 651 p.
- Hedman, C., R. Bolea, B. Marín, F. Cobrière, H. Filali, F. Vázquez, J. L. Pitarch, A. Vargas, C. Acín, B. Moreno, M. Pumarola, O. Andreoletti, and J. Badiola. 2016. Transmission of sheep-bovine spongiform encephalopathy to pigs. *Vet. Res.* 47: 1-15.
- Íñiguez-Covarrubias, G., J. A. Cuarón-Ibargüengoitia, P. Pérez-Gavilán, M. de la Torre-Martínez, and P. I. Magaña. 1990. Fermentation characteristics, digestibility and performance of ensiled swine waste, wheat straw and cane molasses fed to sheep. *Biol. Wastes* 34: 281-299.

- Jahns, H., J. J. Callanan, D. J. Sammin, M. C. McElroy, and H. F. Bassett. 2006. Survey for transmissible spongiform encephalopathies in Irish pigs fed meat and bone meal. *Vet. Rec.* 159: 137-142.
- Jayasuriya, M. C. N., and G. R. Pearce. 1983. The effect of urease enzyme on treatment time and the nutritive value of straw treated with ammonia as urea. *Anim. Feed Sci. Technol.* 8: 271-281.
- Kerry, J., J. Kerry, and D. Ledward. 2002. Meat processing. Improving quality. CRC. Boca Raton FL. USA. 475 p.
- Ko, Y. D., J. H. Kim, and C. -H. Kim. 2001. Influence of whole crop corn silage ensiled with poultry manure on the performance and carcass quality of Hanwoo steers. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.* 14: 1133-1137.
- Littell, R. C., W. W. Stroup, and R. J. Freund. 2002. SAS® for linear models, Fourth edition. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA. 493 p.
- Littell, R. C., G. A. Milliken, W. W. Stroup, R. D. Wolfinger, and O. Schabenberger. 2006. SAS® for mixed models, Second edition. SAS Institute Inc. Cary, NC. 834 p.
- López-Garrido, S. J., P. M. A. Cobos, M. D. G. Mendoza, and M. A. Camacho-Escobar. 2014. The effect of commercial additive (toxic-check) and propionic acid on the fermentation and aerobic stability of silage with pig excreta. *Am. J. Exp. Agric.* 4: 1820-1831.
- Martínez, S. F., V. I. A. Domínguez, J. L. Bórquez, and M. González-Ronquillo. 2015. The effect of feeding fresh swine manure, poultry waste, urea, molasses and bakery by-products ensiled for lambs. *Int. J. Recycl. Org. Waste Agricult.* DOI 10.1007/s40093-015-0106-2.
- McCaskey, T. A., and W. B. Anthony. 1979. Human and animal aspects of feeding livestock excreta. *J. Anim. Sci.* 48: 163-177.
- McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A. Morgan, L. A. Sinclair, and R. G. Wilkinson. 2011. Animal nutrition. 7th ed. Benjamin Cummings, USA. 712 p.
- Mejía-Urbe, L. A., J. L. Bórquez, A. Z. M. Salem, I. A. Domínguez-Vara, and M. González-Ronquillo. 2013. Short communication. Effects of adding different protein and carbohydrates sources on chemical composition and *in vitro* gas production of corn stover silage. *Spanish J. Agric. Res.* 11: 427-430.
- Menke, K. H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz, and W. Schneider. 1979. The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 92: 217-222.
- Menke K. H., and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.* 28: 7-12.
- NOM-033-SAG/ZOO-2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5405210&fecha=26/08/2015 (Accessed: July 2016).
- NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/203498/NOM-062-ZOO-1999_220801.pdf (Accessed: July 2016).
- Novafoski, J., M. S. Brewer, N. Mateus-Pinilla, J. Killefer, and R. H. McCusker. 2005. Prion biology relevant to bovine spongiform encephalopathy. *J. Anim. Sci.* 83: 1445-1476.
- NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants (sheep, goats, cervids and new world camelids). Washington, DC: National Academy Press. 362 p.
- Nsoso, S. J., M. J. Young, and P. R. Beatson. 2000. A review of carcass conformation in sheep: assessment, genetic control and development. *Small Ruminant Res.* 35: 89-96.
- Olafadehan, O. A., and O. F. Adebayo. 2016. Nutritional evaluation of ammoniated ensiled threshed sorghum top as a feed for goats. *Trop. Anim. Health Prod.* 48: 785-791.
- Przybylski, W. and D. Hopkins. 2016. Meat quality. Genetic and environmental factors. CRC Press. Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL. USA. 480 p.
- Ríos, A. L., J. Combellas, and Z. A. Álvarez. 2005. Uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos. *Zootec. Trop.* 23: 183-210.
- Ríos-Rincón, F. G., A. Estrada-Angulo, A. Plascencia, M. A. López-Soto, B. I. Castro-Pérez, J. J. Portillo-Loera, J. C. Robles-Estrada, J. F. Calderón-Cortés, and H. Dávila-Ramos. 2014. Influence of protein and energy level in finishing diets for feedlot hair lambs: growth performance, dietary energetics and carcass characteristics. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.* 27: 55-61.
- Sarwar, M. and M. A. Shahzad. 2011. Feeding value of urea molasses-treated wheat straw ensiled with fresh cattle manure for growing crossbred cattle calves. *Trop. Anim. Health Prod.* 43: 543-548.
- SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT® 9.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. 5136 p.
- Seok, J. S., Y. I. Kim, Y. H. Lee, D. Y. Choi, and W. S. Kwak. 2016. Effect of feeding a by-products feed-based silage on nutrients intake, apparent digestibility, and nitrogen balance in sheep. *J. Anim. Sci. Technol.* 58: 1-5.
- Shaver, R. D., R. A. Erdman, and J. H. Vadersall. 1984. Effects of silage pH on voluntary intake of corn silage. *J. Dairy Sci.* 67: 2045-2049.
- Sprent, P., and N. C. Smeeton. 2001. Applied nonparametric statistical methods. 3rd ed. Chapman & Hall/CRC. Boca Raton, Florida, USA. 463 p.
- Steel, G. D. R., H. J. Torrie, and D. A. Dickey. 1997. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. Ed 3. Edit. McGraw Hill Companies, Inc. Michigan, USA. 633 p.
- Suliman, A. I. A., M. M. B. Azza, and I. M. Ebtehaq. 2016. Performance of lambs fed on biologically treated silages. *Int. J. Chem. Tech. Res.* 9: 151-160.
- Taheri, M. R., M. J. Zamiri, E. Rowghani, and A. Akhlaghi. 2013. Effect of feeding olive-pulp ensiled with additives on feedlot performance and carcass attributes of fat-tailed lambs. *Trop. Anim. Health Prod.* 45: 345-350.
- Thayer, S. L., D. Glauer, and N. Snook. 2000. Sheep resource handbook for market and breeding projects. The Oklahoma State University. College of Food Agricultural and Environmental Science. Product code 194R. 168 p.
- Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan, and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48:185-197.
- Trujillo, G. D., G. J. L. Bórquez, J. M. Pinos-Rodríguez, I. A. Domínguez-Vara, and R. R. Rojo. 2014. Nutritive value of ensiled pig excreta, poultry litter or urea with molasses or bakery by-products in diets for lambs. *South Afr. J. Anim. Sci.* 44: 114-122.

- USDA. 2011. Method for grid assessment of beef carcass ribeye area. https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Method_for_Grid_Assessment_of_Beef_Carcass_Ribeye_Area%5B1%5D.pdf (Accessed: July 2016).
- Wells, G. A., S. A. Hawkins, A. R. Austin, S. J. Ryder, S. H. Done, R. B. Green, I. Dexter, M. Dawson, and R. H. Kimberlin. 2003. Studies of the transmissibility of the agent of bovine spongiform encephalopathy to pigs. *J. Gen. Virol.* 84: 1021-1031.