

Productive performance of grazing lambs supplemented with fermented coffee pulp

Comportamiento productivo de corderos en pastoreo suplementados con pulpa de café fermentada

L.A. Aguirre¹, D. Gutiérrez², Zoraya Rodríguez², D. Chuquirima³ and R. Abad¹

¹Universidad Nacional de Loja, La Argelia, Casilla letra S, Loja, Ecuador

²Instituto de Ciencia Animal, Cuba Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

³Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú

Email: luis.aguirre@unl.edu.ec

To study the productive performance of grazing lambs, supplemented with fermented coffee pulp, an experiment was carried out for 90 d. Twenty creole entire lambs were used, with initial live weight of 20.34 ± 1.64 kg (9.56 ± 0.58 kg LW^{0.75}), between 5-6 months of age, divided into two groups, according to a completely randomized design. The treatments consisted of: T1) without supplementation (control) and T2) with supplement (fermented coffee pulp, sugarcane, corn, soybean, alfalfa meal and mineral salts). Both groups had free access to grazing for 8 h daily. The supplement was offered at a rate of 11 g kg LW⁻¹, on dry basis, on a single occasion (4:00 pm) during the enclosure. The results showed higher average daily weight gain (74.11 g d⁻¹, $P < 0.0001$), hot carcass yield (47%, $P = 0.0033$), dry matter intake (89.01 g kg LW^{0.75}, $P < 0.0001$) and food conversion (12.9, $P < 0.0001$) in treatment two. It was observed that the average daily gain is related to dry matter intake ($r = 0.90$, $P < 0.0001$), energy intake ($r = 0.90$, $P < 0.0001$) and protein intake ($r = 0.94$, $P < 0.0001$). Therefore, the yield of hot carcass is determined by the dry matter intake and the total weight gain ($R^2 = 0.69$, $P = 0.0162$). It is concluded that the use of supplement with 30 % of fermented coffee pulp improves the productive performance of grazing creole lambs, so it can be an interesting alternative for these production systems, especially during the dry season, where there is a marked forage shortage.

Key words: creole sheep, grazing, supplement, daily average gain, carcass yield.

The feeding of sheep in a general way is done on grazing of native or introduced species. However, the availability and quality of the biomass fluctuates during the year, influenced by variations in precipitations (Ku-Vera *et al.* 2013). During the dry season, grasses are more fibrous and poor in protein, have low digestibility and energy content, which reduces the dry matter intake. The animals cannot cover their requirements and weight loss occurs, which delays the slaughter (Ku-Vera *et al.* 2014). Under these conditions, the use of supplements made with agro-industrial wastes available in the region can be an alternative to improve the sheep feeding during the dry season (Aguirre *et al.* 2016).

Several authors (Brahman and Bressani 1978 and Ramírez 1999) report that during the humid benefit of coffee (*Coffea arabica*) large volumes of pulp are generated. According to studies developed by Noriega *et al.* (2009), Munguía (2015) and Pinto

Para estudiar el comportamiento productivo de corderos en pastoreo, suplementados con pulpa de café fermentada, se realizó un experimento durante 90 d. Se utilizaron 20 corderos criollos enteros, con peso vivo inicial de 20.34 ± 1.64 kg (9.56 ± 0.58 kg PV^{0.75}), entre 5-6 meses de edad, distribuidos en dos grupos, según diseño totalmente aleatorizado. Los tratamientos consistieron en: T1) sin suplementación (control) y T2) con suplemento (pulpa de café fermentada, caña, maíz, soya, harina de alfalfa y sales minerales). Ambos grupos tuvieron acceso libre al pastoreo durante 8 h diarias. El suplemento se ofertó a razón de 11 g kg PV⁻¹, en base seca, en una sola ocasión (4:00 pm) durante el encierro. Los resultados mostraron mayor ganancia media diaria de peso (74.11 g d⁻¹, $P < 0.0001$), rendimiento de la canal caliente (47%, $P = 0.0033$), consumo de materia seca (89.01 g kg PV^{0.75}, $P < 0.0001$) y conversión alimentaria (12.9, $P < 0.0001$) en el tratamiento dos. Se observó que la ganancia media diaria está relacionada con el consumo de materia seca ($r = 0.90$, $P < 0.0001$), consumo de energía ($r = 0.90$, $P < 0.0001$) y consumo de proteína ($r = 0.94$, $P < 0.0001$). Mientras, el rendimiento de canal caliente está determinado por el consumo de materia seca y el incremento total de peso ($R^2 = 0.69$, $P = 0.0162$). Se concluye que el uso de suplemento con 30 % de pulpa de café fermentada mejora el comportamiento productivo de corderos criollos en pastoreo, por lo que puede constituir una alternativa interesante para estos sistemas de producción, especialmente durante la época seca, donde hay una marcada escasez de forraje.

Palabras clave: ovinos criollos, pastoreo, suplemento, ganancia media diaria, rendimiento canal.

La alimentación de ovinos de manera general se realiza en pastoreo de especies nativas o introducidas. Sin embargo, la disponibilidad y calidad de la biomasa presenta fluctuaciones durante el año, influenciadas por variaciones en las precipitaciones (Ku-Vera *et al.* 2013). Durante la estación de seca, los pastos son más fibrosos y pobres en proteína, presentan baja digestibilidad y contenido energético, lo que disminuye el consumo de materia seca. Los animales no pueden cubrir sus requerimientos y se produce pérdida de peso, lo que retrasa el tiempo de sacrificio (Ku-Vera *et al.* 2014). En estas condiciones, el uso de suplementos elaborados con residuos agro-industriales disponibles en la región puede ser una alternativa para mejorar la alimentación de ovinos durante la época seca (Aguirre *et al.* 2016).

Varios autores (Brahman y Bressani 1978 y Ramírez 1999) refieren que durante el beneficio húmedo del café (*Coffea arabica*) se generan grandes volúmenes de pulpa. Según estudios desarrollados por Noriega *et al.* (2009),

et al. (2017), the chemical composition of the fresh coffee pulp oscillates for the dry matter (20 – 25 %), crude protein (8 – 12 %), crude fiber (20 – 25 %) and ashes (9 – 11 %). However, it has high fiber content and anti-nutritional substances that limit the intake, so it is not recommended to use it as a single diet in animals (Noriega *et al.* 2009). Although several authors (Ferreira *et al.* 2001 and Munguía 2015) affirm that the inclusion of lower levels than 20 % in the ration of lambs during the growth-fattening stage, does not affect their productive parameters. The solid state fermentation (SSF) is an alternative to reduce these limitations and obtain an improved food (Durand *et al.* 1993 and Rodríguez 2004), which allows higher inclusion levels in the diet.

The Loja province ranks second nationally in coffee production (COFENAC 2013), so that appreciable quantities of pulp are available. At the same time, sheep livestock represents an important item in the economy of small and medium farmers, with a population of 13 640 animals (INEC 2016). For this reason, the objective of this study was to evaluate the productive performance of grazing creole lambs, supplemented with an elaborated ration based on fermented coffee pulp.

Materials and Methods

Location. The experiment was performed in the experimental farm "Punzara" from the National University of Loja, located south west of Loja city, republic of Ecuador, at an altitude of 2160 m o. s. l, average temperature of 16.2 °C, average annual precipitation of 1338 mm and relative humidity of 76 % (INAMHI, 2014).

Treatments and experimental design. Two treatments were evaluated: T1) without supplementation (control) and T2) with supplement, with 20 creole entire lambs, between 5-6 months of age and initial live weight of 20.34 ± 1.64 kg (9.56 ± 0.58 kg LW^{0.75}), distributed in two groups, according to a completely randomized design. The experiment lasted 90 d. During this period, the animals remained free grazing (8 hours d⁻¹); while the supplement was offered at a rate of 11 g kg LW⁻¹ on a dry basis, during enclosure and only once (4:00 p.m.). Prior to the beginning of the experiment, the animals were dewormed (0.5 mL of ivermectin) and vitaminized (1 mL of Vit.AD₃E). Then they were subjected to an adaptation period of 15 d. The animals had water and mineral salts *ad libitum*.

Obtaining of the fermented pulp and supplement. Through the SSF process during 72 h, according to the methodology described by Elías and Lezcano (1990), with the addition of whey, urea and mineral salts, the fermented product was obtained. After milling, sugarcane, corn, soybeans, alfalfa meal and mineral salts were included in the supplement, in the proportions explained in table 1.

Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 53, Number 1, 2019.

Munguía (2015) y Pinto *et al.* (2017), la composición química de la pulpa de café fresca oscila para la materia seca (20 - 25%), proteína cruda (8 - 12 %), fibra cruda (20 - 25%) y cenizas (9 - 11%). Sin embargo, presenta alto contenido de fibra y sustancias anti nutricionales que limitan el consumo, por lo que no se recomienda utilizarla como dieta única en los animales (Noriega *et al.* 2009). Aunque varios autores (Ferreira *et al.* 2001 y Munguía 2015) afirman que la inclusión de niveles inferiores al 20 % en la ración de corderos durante la etapa de crecimiento-ceba, no afecta sus indicadores productivos. La fermentación en estado sólido (FES) se presenta como alternativa para reducir estas limitantes y obtener un alimento mejorado (Durand *et al.* 1993 y Rodríguez 2004), que permita mayores niveles de inclusión en la dieta.

La provincia de Loja, ocupa el segundo lugar a nivel nacional en la producción de café (COFENAC 2013), por lo que se dispone de cantidades apreciables de pulpa. Al mismo tiempo, la ganadería ovina, representa un rubro importante en la economía de los pequeños y medianos productores, con una población de 13 640 animales (INEC 2016). Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de corderos criollos en pastoreo, suplementados con una ración elaborada basados en de pulpa de café fermentada.

Materiales y Métodos

Localización. El experimento se desarrolló en la finca experimental "Punzara" de la Universidad Nacional de Loja, ubicada al sur occidente de la ciudad de Loja, república del Ecuador, a una altitud de 2160 msnm, temperatura media de 16.2 °C, precipitación media anual de 1338 mm y humedad relativa de 76 % (INAMHI, 2014).

Tratamientos y diseño experimental. Se evaluaron dos tratamientos: T1) sin suplementación (control) y T2) con suplemento, con 20 corderos criollos enteros, entre 5-6 meses de edad y peso vivo inicial de 20.34 ± 1.64 kg (9.56 ± 0.58 kg PV^{0.75}), distribuidos en dos grupos, según diseño completamente aleatorizado. El experimento duró 90 d. Durante este período, los animales permanecieron en pastoreo libre (8horasd⁻¹); mientras que el suplemento, se ofreció a razón de 11 g kg PV⁻¹ en base seca, durante el encierro y en una sola ocasión (4:00 pm). Previo al inicio del experimento, los animales se desparasitaron (0.5 mL de ivermectina) y vitaminizados (1 mL de Vit. AD₃E). Luego se sometieron a un período de adaptación de 15 d. Los animales disponían de agua y sales minerales a voluntad.

Obtención de la pulpa fermentada y suplemento. Mediante proceso de FES durante 72 h, según metodología descrita por Elías y Lezcano (1990), con la adición de suero de leche, urea y sales minerales, se obtuvo el producto fermentado. Luego de molido, se incluyó en el suplemento, junto a la caña de azúcar, maíz, soya, harina de alfalfa y sales minerales, en las proporciones que se explican en la tabla 1.

Table 1. Composition of the supplement with 30 % fermented coffee pulp

Suplies	Quantity, %
Milled sugar cane (stem without leaves)	30.0
Fermented coffee pulp (milled)	30.0
Corn meal	15.0
Soybean cake	18.0
Alfafa meal	6.5
Mineral salts	0.5
Total	100.0

The analysis of the bromatological composition of the grass and supplement was made in the bromatology laboratory from the National University of Loja, with three samples in duplicate of each food. The results are detailed in table 2.

El análisis de la composición bromatológica del pasto y suplemento se realizó en el laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional de Loja, con tres muestras por duplicado de cada alimento. Los resultados se detallan en la tabla 2.

Table 2. Bromatological composition of the grass and supplement

Foods	DM, %	Ashes, %	CP, %	NDF, %	CC, %	ME, Mj kg ⁻¹
Grass	34.75	9.59	6.67	59.82	40.18	8.62
Supplement	66.40	9.69	16.29	55.91	44.09	9.16

Measuring variables. The average daily gain was determined by dividing the total weight gain between the total days of the experiment. The hot carcass weight was measured with MINI CRANE SCALE electronic scale (model: OCS-L, precision 0.1 kg) and the carcass yield was calculated by dividing the carcass weight between the live weight at the end of fattening stage. The grass intake was estimated by differences between the offer and rejection of the entry and exit of the animals from the paddock, in correspondence with the time of stay and occupation; the availability of grass was estimated according to the methodology of double comparative sampling proposed by Haydock and Shaw (1975), with 30 observations in each paddock. The supplement intake was determined by differences between the offer and rejection at the feeder.

Animals slaughter. At the end of the experimental period, at the facilities of Camal Frigorífico de Loja (CAFRILOSA), five animals were slaughtered by group (with a fast of 12 h) by behead and skinning, cutting at the metacarpal, metatarsal and occipitotloid joints, then to extract all the viscera.

Statistical analysis. The analysis of variance of each of the indicators under study was carried out. In addition, correlation and regression analyzes were performed between average daily weight gain (ADG) and energy and protein intake, hot carcass yield (HCY) and total weight gain. The data were processed using the statistical program Insfostat (Di Rienzo *et al.* 2012).

Results and Discussion

The supplementation with a ration based on fermented coffee pulp generated higher final weight (P

Variables de medición. La ganancia media diaria se determinó dividiendo el incremento total de peso entre el total de días de duración del experimento. El peso de la canal caliente se midió con balanza electrónica MINI CRANE SCALE (modelo: OCS-L, precisión 0.1 kg) y el rendimiento de canal se calculó dividiendo el peso de la canal entre el peso vivo de finalización. El consumo de pasto se estimó por diferencias entre la oferta y rechazo a la entrada y salida de los animales del cuartón, en correspondencia con el tiempo de estancia y su ocupación; la disponibilidad de pasto se estimó según la metodología de doble muestreo comparativo propuesta por Haydock y Shaw (1975), con 30 observaciones en cada cuartón. Por su parte, el consumo del suplemento se determinó por diferencias entre la oferta y rechazo en el comedero.

Sacrificio de los animales. Finalizado el período experimental, en las instalaciones del Camal Frigorífico de Loja (CAFRILOSA) se procedió al sacrificio de cinco animales por grupo (con 12 h de ayuno) mediante degüello y desollado, cortando a nivel de las articulaciones metacarpiana y metatarsiana y occipitotloidea, luego de extraer todas las vísceras.

Análisis estadístico. Se realizó el análisis de varianza de cada uno de los indicadores en estudio. Además, se realizaron análisis de correlación y regresión entre ganancia media diaria de peso (GMD) y consumo de energía y proteína, rendimiento de la canal caliente (RCC) e incremento total de peso. Los datos se procesaron mediante programa estadístico Insfostat (Di Rienzo *et al.* 2012).

Resultados y Discusión

La suplementación con una ración basada en pulpa de café fermentada generó mayor peso final (P=0.0002)

= 0.0002) (table 3), with a difference of 3.27 kg with respect to the control. This allowed reaching a higher total increase ($P < 0.0001$) at the end of the experiment. This result is similar to the 6.51, 6.85 and 6.53 kg reported by Gutiérrez *et al.* (2014) in Pelibuey lambs, fed with integral mixtures of *Cenchrus purpureus*, increasing levels of sugar cane (20, 60 and 80%) and poultry manure (5 g kg LW⁻¹).

(tabla 3), con diferencia de 3.27 kg con respecto al control. Esto permitió alcanzar mayor incremento total ($P < 0.0001$) al final del experimento. Este resultado es similar a los 6.51, 6.85 y 6.53 kg informados por Gutiérrez *et al.* (2014) en corderos Pelibuey, alimentados con mezclas integrales de *Cenchrus purpureus*, niveles crecientes de caña de azúcar (20, 60 y 80 %) y gallinaza (5 g kg PV⁻¹).

Table 3. Productive indicators of grazing lambs supplemented with fermented coffee pulp

Indicators	Treatments		±SE	P
	T1 (Control)	T2 (Supplement)		
Initial weight, kg	20.28	20.31	0.53	0.9688
Final weight, kg	23.68	26.98	0.51	0.0002
TWG, kg	3.40	6.67	0.17	0.0001
ADG, g day ⁻¹	37.78	74.11	1.85	0.0001
HCW, kg	10.79	13.13	0.42	0.0042
HCY, %	45.43	47.01	0.27	0.0033

TWG: total weight gain, ADG: average daily gain, HCW: hot carcass weight, HCY: hot carcass yield.

The ADG was higher ($P < 0.0001$) in treatment two (with supplement), with an average value higher than 62 g d⁻¹, reported by Hernández-Montiel *et al.* (2016), in Pelibuey lambs, supplemented with meal of *Canavalia ensiformis* seed, and at 68, 59 and 63 g⁻¹, reached by Mireles *et al.* (2015) in the fattening of grazing Pelibuey sheep, supplemented with 0, 10 and 30 % milled pod of *Acacia cochliacantha*. However, they were lower than 100 g d⁻¹, reported by Cifuentes and Gonzáles (2013) in creole lambs grazing *Pennisetum clandestinum*, with the addition of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) levels. Likewise, they were below 103 g d⁻¹, informed by Faustino-Lázaro *et al.* (2016) in Pelibuey ewes, with different levels of fresh lemon pulp as substitute for sorghum grain.

The ADG response of the supplemented animals could be explained by a better nutritional balance, favored by the supplement's energy and protein contribution. This could have improved the environment and ruminal activity which, in turn, favored higher synthesis of microbial protein and with it, higher availability of amino acids in the blood circulation, essential for the protein synthesis at the level of muscle tissue. This criterion coincides with what was pointed out by Mount *et al.* (2009) and Gonsalves *et al.* (2017). Likewise, it could be stated that these results are related to the energy contribution (9.16 Mj kg DM⁻¹) and crude protein of the supplement (16.29 %), dry matter intake and the requirements recommended by the NRC (2007) for lambs of moderate growth (100 g d⁻¹).

The nitrogen supplementation has two possible effects on the ruminal ecosystem. First, it satisfies the

La ganancia GMD fue mayor ($P < 0.0001$) en el tratamiento dos (con suplemento), con valor medio superior a los 62 g d⁻¹, informado por Hernández-Montiel *et al.* (2016), en corderos Pelibuey, suplementados con harina de semilla de *Canavalia ensiformis*, y a los 68, 59 y 63 g⁻¹, alcanzados por Mireles *et al.* (2015) en el engorde de ovinos Pelibuey en pastoreo, suplementados con 0, 10 y 30 % de vaina molida de *Acacia cochliacantha*. Sin embargo, fueron inferiores a los 100 g d⁻¹, informados por Cifuentes y Gonzáles (2013) en corderos criollos en pastoreo de *Pennisetum clandestinum*, con la adición de niveles de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Asimismo, estuvieron por debajo de los 103 g d⁻¹, informados por Faustino-Lázaro *et al.* (2016) en corderas Pelibuey, con diferentes niveles de pulpa fresca de limón como sustituto del grano de sorgo.

La respuesta en GMD de los animales suplementados se pudiera explicar por el mejor balance nutricional, propiciado por el aporte de energía y proteína del suplemento. Esto pudo haber mejorado el ambiente y la actividad ruminal que, a su vez, favoreció mayor síntesis de proteína microbiana y con ello, mayor disponibilidad de aminoácidos en la circulación sanguínea, esencial para la síntesis de proteína a nivel del tejido muscular. Este criterio coincide con lo señalado por Mount *et al.* (2009) y Gonsalves *et al.* (2017). Asimismo, se pudiera plantear que estos resultados se relacionan con el aporte de energía (9.16 Mj kg MS⁻¹) y proteína cruda del suplemento (16.29 %), el consumo de materia seca y los requerimientos recomendados por el NRC (2007) para corderos de moderado crecimiento (100 g d⁻¹).

La suplementación nitrogenada tiene dos posibles efectos en el ecosistema ruminal. En primer lugar, satisface los requerimientos de nitrógeno, aminoácidos y cadenas

requirements of nitrogen, amino acids and carbon chains of the rumen microorganisms, which leads to an efficient fermentation of the substrate for the production of energy and microbial protein, and secondly, it can satisfy host protein requirements, either by increasing the amount of microbial protein produced or by the one that escapes to degradation in the rumen (Elías 2000 and Marshall *et al.* 2002).

It is pointed out that, in grazing production systems, forages provide more than three quarters of the digestible energy. However, when they are of low quality (less than 7 % CP), the ingestion of protein and energy may be insufficient to obtain acceptable production levels (Rivas *et al.* 2017). In this study, the protein content of the grass did not exceed 7 %, which may explain the poor response of the control group. Several authors (Mahgoub *et al.* 2000 and Reyes 2006) point out that in grazing systems there is higher energy expenditure, due to the mobilization of animals in the paddock, which could also affect the DGM.

Tedeschi *et al.* (2010) state that the intake of energy and protein is a limiting factor for the growth and development of the animal organism, which can be corroborated with the high correlation degree between ADG and dry matter intake ($r = 0.90$, $P < 0.0001$); ADG and energy intake ($r = 0.90$, $P < 0.0001$); and ADG and protein intake ($r = 0.94$, $P < 0.0001$). It could be assumed that the intake of protein and energy, recorded in treatment two, benefited the food intake as the productive performance of lambs.

The carcass yield is very useful because it indicates the proportion of live weight that can be marketed as final product (meat, fat and bone) (López-Velásquez *et al.* 2016). In this study, the HCY was higher ($P = 0.0033$) in treatment two, with an average value very close to 47.86, 46.77, 48.47 and 46.48 %, reported by Gómez-Gurrola *et al.* (2017) in hair lambs, fed with different proportions of *Tithonia diversifolia* and *Pennisetum spp.*, but it was highest than the 45 % found by Jacques *et al.* (2011) in Dorset lambs, fed with concentrate. The differences reached in this study were benefited by the voluntary ingestion of dry matter and the total weight gain at the end of the period, as shown by the results of the multiple regression ($\text{HCY} \% = 39.8621 + 0.0088 \text{DMI} - 0.19638 \text{TWG}$; $R^2 = 0.69$ $P = 0.0162$). In this study it was also found that the HCY is positively and significantly related to the final slaughter weight ($r = 93.55$, $P < 0.0001$). This effect was also reported by Magaña-Monforte *et al.* (2015) in the Katahdín lambs, and in the Katahdín-Dorper and Katahdín-Pelibuey crossbreeding, but with slightly higher values (49.8, 49.1 and 49.8). Likewise is also referred to by Hernández-Montiel *et al.* (2016) in Pelibuey lambs, supplemented with meal of *Canavalia ensiformis* seed, fermented and unfermented, with values between 44.2 and 47.4 %.

Several authors (Macías-Cruz *et al.* 2010 and Gómez-

carbonadas de los microorganismos del rumen, lo que conlleva a una eficiente fermentación del sustrato para la producción de energía y proteína microbiana, y en segundo lugar, puede satisfacer los requerimientos de proteína del hospedero, bien sea por el aumento de la cantidad de proteína microbiana producida o por la que escapa a la degradación en el rumen (Elías 2000 y Marshall *et al.* 2002).

Se señala que, en sistemas de producción en pastoreo, los forrajes proveen más de las tres cuartas partes de la energía digestible. Sin embargo, cuando son de baja calidad (menor al 7 % de PC), la ingestión de proteína y energía pueden resultar insuficientes para obtener niveles de producción aceptables (Marshall 2005 y Rivas *et al.*, 2017). En este estudio, el contenido de proteína del pasto no superó 7 %, lo que puede explicar la respuesta pobre del grupo control. Varios autores (Reyes 2006) señalan que en sistemas de pastoreo existe mayor gasto energético, debido a la movilización de los animales en el potrero, lo que también pudo afectar la GMD.

Tedeschi *et al.* (2010) afirman que el consumo de energía y proteína es un factor limitante para el crecimiento y desarrollo del organismo animal, lo que se puede corroborar con el alto grado de correlación entre la GMD y el consumo de materia seca ($r = 0.90$, $P < 0.0001$); GMD y consumo de energía ($r = 0.90$, $P < 0.0001$); y GMD y consumo de proteína ($r = 0.94$, $P < 0.0001$). Se podría asumir entonces que el consumo de proteína y energía, registrado en el tratamiento dos, benefició el consumo de alimento como el comportamiento productivo de los corderos.

El rendimiento de la canal es de gran utilidad porque indica la proporción del peso vivo que puede ser comercializada como producto final (carne, grasa y hueso) (López-Velásquez *et al.* 2016). En este estudio, el RCC fue mayor ($P = 0.0033$) en el tratamiento dos, con valor medio muy cercano a los 47.86, 46.77, 48.47 y 46.48 %, informado por Gómez-Gurrola *et al.* (2017) en corderos de pelo, alimentados con diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum spp.*, pero fue muy superior al 45 % encontrado por Jacques *et al.* (2011) en corderos de la raza Dorset, alimentados con concentrado. Las diferencias alcanzadas en este estudio estuvieron beneficiadas por la ingestión voluntaria de materia seca y el incremento total de peso al final del periodo, según muestran los resultados de la regresión múltiple ($\text{RCC} \% = 39.8621 + 0.0088 \text{CMS} - 0.19638 \text{ITP}$; $R^2 = 0.69$, $P = 0.0162$). En este trabajo también se encontró que el RCC está relacionado de forma positiva y significativa con el peso final al sacrificio ($r = 93.55$, $P < 0.0001$). Este efecto también fue informado por Magaña-Monforte *et al.* (2015) en corderos de la raza Katahdín, y en cruces de Katahdín-Dorper y Katahdín-Pelibuey, pero con valores ligeramente superiores (49.8, 49.1 y 49.8). Igualmente lo refieren Hernández-Montiel *et al.* (2016) en corderos Pelibuey, suplementados con harina de semilla de *Canavalia ensiformis*, fermentada y sin fermentar, con valores entre 44.2 y 47.4 %.

Gurrola *et al.* 2017) assure that the differences in the performance and characteristics of the carcass can be attributed to several factors, such as the breed group, sex, feeding system, energy density in the diet and weight at slaughter. On the other hand, Lloyd *et al.* (1980) stated that the carcass yield depends mainly on two factors: the gastrointestinal content and the type of completion, and can vary from 40 to 53 %. The results achieved in this study are in these ranges.

Varios autores (Macías-Cruz *et al.* 2010 y Gómez-Gurrola *et al.* 2017) aseguran que las diferencias en el rendimiento y características de la canal se pueden atribuir a diversos factores, como el grupo racial, sexo, sistema de alimentación, densidad energética en la dieta y peso al sacrificio. Por su parte, Lloyd *et al.* (1980) afirmaron que el rendimiento de la canal depende fundamentalmente de dos factores: el contenido gastrointestinal y el tipo de finalización, y puede variar de 40 a 53 %. Los resultados

Table 4. Indicators of intake and food efficiency of grazing lambs supplemented with fermented coffee pulp

Indicators	Treatments		±SE	P
	T1 (Control)	T2 (Supplement)		
Grass intake, DM, g d ⁻¹	712	766	16.71	0.0353
Supplement intake, DM, g d ⁻¹	-	260	19.9	-
Total intake, DM, g d ⁻¹	712	1026	20.38	0.0001
DMI, % LW	3.2	4.3	0.188	0.0001
DMI, g/kg LW ^{0.75}	69.23	89.01	1.34	0.0001
MEI, Mj d ⁻¹	6.37	8.83	0.22	0.0001
CPI, g d ⁻¹	52.1	93.3	3.26	0.0001
FC, kg DM/kg ADG	18.82	12.93	0.68	0.0001
FC, kg DM sup11./kg ADG	-	3.40	-	-

DMI: dry matter intake, MEI: metabolizable energy intake, CPI: crude protein intake, FC: food conversion.

Supplement supply led to higher voluntary intake of forage in group two, (table 4), with a daily record higher than 710, 711 and 724 g d⁻¹, reported by López (2018) in Pelibuey lambs, fed with integral diets of corn wastes and the addition of different Fibrozyme® levels. However, it was lower at 796, 775 and 1,096 g d⁻¹ showed by Hernández-Montiel *et al.* (2016) in Pelibuey lambs, supplemented with meal of *Canavalia ensiformis* seed, fermented and unfermented. It was also lower at 909, 911 and 1026 g d⁻¹ referred by Faustino-Lázaro *et al.* (2016) in Pelibuey ewes with different levels of fresh lemon pulp as a substitute for sorghum grain. In the same way, the dry matter intake expressed as a percentage of live weight was higher (P < 0.0001) in the supplemented animals. This result differs from 3.04, 3.44, 3.65 and 3.47 %, reported by Oliveira *et al.* (2016) in lambs fed diets with 50 % forage and 50 % concentrate, with different inclusion levels of dry brewery wastes replacing corn meal.

The dry matter intake, expressed per unit of metabolic weight (g/kg LW^{0.75}) was higher (P < 0.0001) in the supplemented animals. These results were similar to those reported by Gutiérrez *et al.* (2015) in lambs fed an integral mixture of *Moringa oleifera*, *Cenchrus purpureus* and NNP. But they are higher to 71.89, 80.42, 85.43, 81.32 g/kg LW^{0.75}, reported by Oliveira *et al.* (2016) in lambs fed diets with 50 % forage and 50 % concentrate, with different inclusion levels of dry brewery wastes replacing corn meal.

alcanzados en este estudio se encuentran en estos rangos.

El suministro de suplemento propició mayor consumo voluntario de forraje en el grupo dos, (tabla 4), con registro diario superior a los 710, 711 y 724 g d⁻¹, informados por López (2018) en corderos Pelibuey, alimentados con dietas integrales de esquilmos de maíz y la adición de diferentes niveles de Fibrozyme®. Sin embargo, resultó inferior a los 796, 775 y 1,096 g d⁻¹ indicados por Hernández-Montiel *et al.* (2016) en corderos Pelibuey, suplementados con harina de semilla de *Canavalia ensiformis*, fermentada y sin fermentar. Fue inferior también a los 909, 911 y 1026 g d⁻¹ referidos por Faustino-Lázaro *et al.* (2016) en corderas Pelibuey con diferentes niveles de pulpa fresca de limón como sustituto del grano de sorgo. De la misma manera, el consumo de materia seca expresado como porcentaje del peso vivo fue mayor (P < 0.0001) en los animales suplementados. Este resultado que difiere del 3.04, 3.44, 3.65 y 3.47 %, comunicado por Oliveira *et al.*, (2016) en corderos alimentados con dietas con 50 % de forraje y 50 % de concentrado, con diferentes niveles de inclusión de residuos secos de cervecería en sustitución de la harina de maíz.

El consumo de materia seca, expresado por unidad de peso metabólico (g/kg PV^{0.75}) fue mayor (P < 0.0001) en los animales suplementados. Estos resultados fueron similares a los que refieren Gutiérrez *et al.* (2015) en corderos alimentados con una mezcla integral de *Moringa oleifera*, *Cenchrus purpureus* y NNP. Pero resultan superiores a los 71.89, 80.42, 85.43, 81.32 g/kg PV^{0.75}, informados por

They were also higher at 70.25 g/kg LW^{0.75} reached by Gutiérrez *et al.* (2014) during the fattening of Pelibuey lambs, fed with an integral mixture of sugar cane: *Cenchrus purpureus* cv CT-169 and poultry manure (5 g/kg LW⁻¹) as a source of NNP.

The difference in the DM intake can be attributed to a higher passage rate in animals from group two, as a consequence of the higher digestibility degree of the fibrous components of the diet, as a consequence of the higher activity of the cellulolytic microorganisms, favored by a better ruminal environment, which is the result of the energy: protein balance provided by the supplement. Galindo *et al.* (2003) also share this criterion. In addition, it is known that when fed with forage of medium and low quality, protein supplementation improves the dry matter intake, because it increases the amount of ammonia in the rumen, which is used by the cellulolytic bacteria, which favors the degradation of the fibrous components (cellulose and hemicellulose) of the grass (NRC 2007)

The daily energy intake was higher ($P < 0.0001$) in treatment two. However, it showed an average value lower than 9.2, 8.8 and 13.0 Mj d⁻¹, registered by Hernández-Montiel *et al.* (2016) in Pelibuey lambs, supplemented with meal of *Canavalia ensiformis* seed, fermented and unfermented. And it was also lower at 10.8 Mj d⁻¹, referred by Oliveira *et al.* (2016) in lambs fed diets with 50 % forage and 50 % concentrate, with different inclusion levels of dry brewery wastes replacing corn meal.

The protein intake was also higher ($P < 0.0001$) in group two, although with an average value lower than 129, 132 and 206 g d⁻¹, reported by Hernández-Montiel *et al.* (2016) in Pelibuey lambs, supplemented with meal of *Canavalia ensiformis* seed, fermented and unfermented. It was lower than the 280 g d⁻¹ reported by Oliveira *et al.* (2016) in lambs fed diets with 50 % forage and 50 % concentrate, with different inclusion levels of dry brewery replacing corn meal.

The differences in energy and protein intake are due to lower dry matter intake. However, these values coincide with the requirements recommended by NRC (2007) for lambs of moderate growth.

Finally, there was higher food efficiency ($P < 0.0001$) in the group of animals with supplement, with a mean value (12.93) similar to the results achieved by Aguirre *et al.* (2010), of 13.54, 11.57 and 12.68 in feeding systems with sugar cane and transformed products of the industry. These values were also similar to the average value of 13.50, obtained by Hernández (2013) during the growth-fattening of Pelibuey lambs in the silvopastoral system of *Leucaena leucocephala*, associated with star grass (*Cynodon nlemfuensis*). However, it was lower to 8.7 and 10.3 reported by Faustino-Lázaro (2016) in Pelibuey ewes, with different levels of fresh lemon pulp replacing sorghum

Oliveira *et al.* (2016) en corderos alimentados con dietas con 50 % de forraje y 50 % de concentrado, con diferentes niveles de inclusión de residuos secos de cervecería en sustitución de la harina de maíz. Fueron mayores también al 70.25 g/kg PV^{0.75} alcanzado por Gutiérrez *et al.* (2014) durante el engorde de corderos Pelibuey, alimentados con mezcla integral de caña de azúcar: *Cenchrus purpureus* cv. CT-169 y gallinaza (5 g/kg PV⁻¹) como fuente de NNP.

La diferencia en el consumo de MS se puede atribuir a mayor tasa de pasaje en los animales del grupo dos, como consecuencia de mayor grado de digestibilidad de los componentes fibrosos de la dieta, como consecuencia de la actividad superior de los microorganismos celulolíticos, favorecidos por un mejor ambiente ruminal, que es resultado del balance energía:proteína aportado por el suplemento. Galindo *et al.* (2003) comparten también este criterio. Además, se conoce que cuando se alimenta con forrajes de mediana y baja calidad, la suplementación proteínica mejora el consumo de materia seca, debido a que se incrementa la cantidad de amoníaco en el rumen, que es aprovechado por las bacterias celulolíticas, lo que favorece la degradación de los componentes fibrosos (celulosa y hemicelulosa) del pasto (NRC 2007)

El consumo diario de energía fue mayor ($P < 0.0001$) en el tratamiento dos. Sin embargo, presentó valor medio inferior a 9.2, 8.8 y 13.0 Mj d⁻¹, registrado por Hernández-Montiel *et al.* (2016) en corderos Pelibuey, suplementados con harina de semilla de *Canavalia ensiformis*, fermentada y sin fermentar. Y fue menor también a 10.8 Mj d⁻¹, referidos por Oliveira *et al.* (2016) en corderos alimentados con dietas con 50 % de forraje y 50 % de concentrado, con diferentes niveles de inclusión de residuos secos de cervecería en sustitución de la harina de maíz.

El consumo de proteína también fue mayor ($P < 0.0001$) en el grupo dos, aunque con un valor medio inferior a los 129, 132 y 206 g d⁻¹, informado por Hernández-Montiel *et al.*, (2016) en corderos Pelibuey, suplementados con harina de semilla de *Canavalia ensiformis*, fermentada y sin fermentar. Fue inferior a los 280 g d⁻¹ informados por Oliveira *et al.* (2016) en corderos alimentados con dietas con 50 % de forraje y 50 % de concentrado, con diferentes niveles de inclusión de residuos secos de cervecería en sustitución de la harina de maíz.

Las diferencias en el consumo de energía y proteína obedecen a menor consumo de materia seca. Sin embargo, estos valores coinciden con los requerimientos recomendados por NRC (2007) para corderos de moderado crecimiento.

Finalmente, hubo mayor eficiencia alimentaria ($P < 0.0001$) en el grupo de animales con suplemento, con valor medio (12.93) semejante a los resultados alcanzados por Aguirre *et al.* (2010), de 13.54, 11.57 y 12.68 en sistemas de alimentación con caña de azúcar y productos transformados de la industria. Estos valores fueron similares también al valor medio de 13.50, obtenido por Hernández (2013) durante el crecimiento-engorde de corderos Pelibuey en sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*,

grain. It was also lower than 8.04, 8.27, 8.34 and 7.27, reported by Gómez-Gurrola *et al.* (2017) in hair lambs fed different proportions of *Tithonia diversifolia* and *Pennisetum spp.*

The average value of food conversion fitted to the supplement intake (3.40) was close to that reached by Jacques *et al.* (2011), when they used commercial concentrate pelletized (17 % CP) and good quality hay (15 % CP), *ad libitum*. But it was better at 5.36 obtained by Gutiérrez *et al.* (2014) in Pelibuey lambs, fed with integral mixtures of *Cenchrus purpureus*, increasing levels of sugar cane (20, 60 and 80%) and poultry manure (5 g kg LW⁻¹).

It is evident that the food conversion of the supplemented group is due to the higher DM intake and weight gain. To this respect, Ceballos (2011) states that the conversion of food into meat depends on the quantity and quality of the food. Being so, diets with a high concentration of energy and protein are more efficient. However, diets with high grains levels and low forage content are associated with digestive disturbances, such as ruminal acidosis that results in lower food efficiency.

Conclusions

The use of a supplement with 30 % of fermented coffee pulp improved the performance of grazing creole lambs during the growth-fattening period, so it can be an interesting alternative for these production systems, especially during the dry season, where there is a marked forage shortage.

Acknowledgments

Thanks to the National University of Loja for the support provided to carry out of the fieldwork, to Dr C. Verena Torres and the biostatistics group from the Instituto de Ciencia Animal, of the Republic of Cuba, for the help in processing and analysis of the results.

Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 53, Number 1, 2019.

asociada con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Sin embargo, resultó inferior al 8.7 y 10.3 informado por Faustino-Lázaro (2016) en corderas Pelibuey, con diferentes niveles de pulpa fresca de limón como sustituto del grano de sorgo. Resultó inferior también a 8.04, 8.27, 8.34 y 7.27 comunicado por Gómez-Gurrola *et al.* (2017) en corderos de pelo alimentados con diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum spp.*

El valor medio de conversión alimentaria ajustada al consumo del suplemento (3.40) resultó próximo a lo alcanzado por Jacques *et al.* (2011), cuando utilizaron concentrado comercial peletizado (17% PB) y heno de buena calidad (15% PB), a libre voluntad. Pero fue mejor al 5.36 obtenido por Gutiérrez *et al.* (2014) en corderos Pelibuey, alimentados con mezclas integrales de *Cenchrus purpureus*, niveles crecientes de caña de azúcar (20, 60 y 80 %) y gallinaza (5 g kg PV⁻¹).

Resulta evidente que la conversión alimentaria del grupo suplementado obedece al mayor consumo de MS e incremento de peso. Al respecto, Ceballos (2011) manifiesta que la conversión de alimento en carne depende de la cantidad y calidad del alimento. Siendo así, las dietas con alta concentración de energía y proteína son más eficientes. Sin embargo, dietas con altos niveles de granos y bajo contenido de forraje están asociadas con disturbios digestivos, como la acidosis ruminal que genera menor eficiencia alimentaria.

Conclusiones

El uso de suplemento con 30 % de pulpa de café fermentada mejoró el comportamiento productivo de corderos criollos en pastoreo durante el período de crecimiento-ceba, por lo que puede constituir una alternativa interesante para estos sistemas de producción, especialmente durante la época seca, en la que existe marcada escasez de forraje.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Loja por el apoyo brindado para la ejecución del trabajo de campo, a la Dr C. Varena Torres y al grupo de bioestadística del Instituto de Ciencia Animal, de la República de Cuba, por la ayuda en el procesamiento y análisis de los resultados.

References

- Aguirre, L., Cevallos, Y. Herrera, R., & Escudero, G. 2016, Utilización de ensilaje de maíz y alfalfa en la alimentación de ovinos mestizos en pastoreo. Revista Científica CEDAMAZ, Vol.6 N°1. URL: revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz.
- Aguirre, J., Magaña, R., Martínez, S., Gómez A., Ramírez J., Barajas R., Plascencia, A., Barcena, R. & García, D. 2010. Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos. Revista Zootecnia Tropical, 28(4): 125
- Braham J. & R. Bressani. 1978. Coffee Pulp. Composition, Technology and Utilization. Institute of Nutrition of Central America and Panama. Inter. Develop. Res. Centre. Ottawa, Canadá.
- Ceballos, D. 2011. Engorde de corderos en condiciones de confinamiento. Estación Experimental Agroforestal Esquel 41: 183-186.
- Cifuentes, O. & Gonzáles, Y. 2013. Evaluación de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la ganancia de peso de ovinos criollos. Conexión Agropecuaria JDC 3(1): 41-49.
- Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC). 2013. Situación del sector cafetalero ecuatoriano. Portoviejo-Ecuador. p. 16.
- Di Rienzo, J.A., González, L.A. & Robledo, C.W. 2012. InfoStat. Software estadístico. Manual del usuario. Versión 1. Córdoba,

Argentina.

- Durand, A., Renaud R., Almanza, S., Maratray, J., Diez, M. & Desgrangos, D. 1993. Solid State Fermentation reactors: from Laboratory scale to pilot plant. *Rev. Biotech. Adv.* 11:591.
- Eliás, A. 2000. Efecto de las fuentes de energía en algunos de los productos finales de la fermentación ruminal. *Rev. Cubana. Cienc. Agríc.* 34(4):321-326.
- Eliás, A. & Lezcano P. 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Saccharina), *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 24(1):1-12.
- Faustino-Lázaro B., González-Reyna, A., Bernal-Barragán, H., Luis Gómez-Hernández, L., Ibarra-Hinojosa, M. & Martínez-González, J. 2016. Comportamiento productivo de corderas de pelo, alimentadas con pulpa fresca de limón como fuente energética. *Revista MVZ Córdoba* 21(3): 5480-5489.
- Ferreira, I., Olalquiaga, T., Teixeira, J. & Pacheco, C. 2001. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês Puros, terminados en confinamiento, alimentados con casca de café como parte da dieta. *Rev. Bras. Zootec.* 29(2): 89-100.
- Galindo, J., Marrero, Y., González, N. & Aldama, A.I. 2003. Efecto del follaje de dos árboles tropicales (*Brosimum allicastrum* y *Leucaena leucocephala*) en la población microbiana ruminal en condiciones *in vitro*. *Rev. Cubana. Cienc. Agríc.* 37(4): 395-401.
- Gómez-Gurrola, A., Del Sol, G., Sanginés, L., Loya, L., Benítez, A. & Hernández, A. 2017. Rendimiento en canal de corderos de pelo, alimentados con diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum spp.* *Abanico Veterinario* ISSN 2448-6132 Editorial Sergio Martínez González. sisupe.org/revistasabanico.
- Gonsalves, J., Pedreira, M., Oliveira Silva, H., Moura, E., Dos Santos, E., Carvalho da Silva, A., Fernandes, A. & Corrêa Y. 2017. Tipos de uréia e fontes de carbohidratos nas dietas de cordeiros: síntese de proteína microbiana e balanço de nitrógeno. *REDVET - Revista electrónica de Veterinaria - ISSN 1695-7504*
- Gutiérrez, D., Gutiérrez Y., González, P. Eliás, A., García, R., Stuart, R. & Sarduy, L. 2014. Utilización de la caña de azúcar en mezclas integrales frescas para la alimentación de corderos: *Rev. Centro Azúcar* 41: 64.
- Gutiérrez, D., Rodríguez, LL. A., Ramos, N., La O., O., Eliás, A. & Tuero, O. 2015. Efecto en el consumo voluntario y balance de nitrógeno de diferentes proporciones de *Moringa oleifera* en raciones integrales durante alimentación de corderos. *Rev. Ciencia y Tecnología Ganadera* 9(2 y 3): 227-234.
- Haydock, K. P. & Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 15(76), 663-670.
- Hernández, M. 2013. Comportamiento productivo, calidad de la canal y la carne de corderos Pelibuey en silvopastoreo con leucaena. Master Thesis. ICA. La Habana, Cuba.
- Hernández-Montiel, W., Ramos-Juárez, J., Aranda-Ibáñez, E. Hernández-Mendo, O., Munguía-Flores, V. & Oliva-Hernández, J. 2016. Alimento fermentado elaborado con semillas de *Canavalia ensiformis* sobre el crecimiento y la canal de corderos Pelibuey. *Rev. Mex. Cienc. Pecuarias* 7(2): 213-232.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2016. Encuesta de superficie y producción agropecuaria permanente (ESPAC) 2016. Available: www.ecuadorencifras.gob.ec.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2014. Anuario Meteorológico N° 51-2011, Quito-Ecuador, pp. 37.
- Jacques, J., Berthiaume, R. & Cinq-Mars, D. 2011. Growth performance and carcass characteristics of Dorset lambs fed different concentrates: forage ratios or fresh grass. *Small Ruminant Research* 95:113-119.
- Ku Vera, J.C., Ayala-Burgos, A.J., Solorio-Sánchez, F.J., Briceño-Poot, E.G., Ruiz-González, A., Piñeiro-Vázquez, A.T., Barros-Rodríguez, M., Soto-Aguilar, A., Espinoza-Hernández, J.C., Albores-Moreno, S., Chay-Canul, A.J., Aguilar-Pérez, C.F. & Ramírez-Avilés, L. 2013. Tropical tree foliages and shrubs as feed additives in ruminant rations. In: *Nutritional Strategies of Animal Feed Additives*. Nova Sci. Publishers. New York. USA. p. 59-76.
- Ku Vera, J.C., Briceño E.G., Ruiz A., Mayo R., Ayala A.J., Aguilar C. F., Solorio F.J. & Ramírez. L. 2014. Manipulación del metabolismo energético de los rumiantes en los trópicos: opciones para mejorar la producción y la calidad de la carne y leche. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 48(1): 43-53.
- Lloyd, W.R., Slyter, A.L. & Costello, W.J. 1980. Effect of breed, sex, and final weight on feedlot performance, carcass characteristics and meat palatability of lambs. *J. Animal Sci.* 51:316.
- López, H. 2018. Uso del Fibrozyme® en la mejora de la calidad nutritiva de tres esquilmos agrícolas del estado de Sinaloa. PhD Thesis. Universidad Agraria de la Habana. Instituto de Ciencia Animal. Cuba.
- López-Velázquez, M., De la Cruz-Colín, L., Partida de la Peña, J., Torres-Hernández, J. Becerril-Pérez, C., Buendía-Rodríguez, J., Jiménez-Badillo, M., Alfaro-Rodríguez, R., Martínez-Rojero, R. & Hinojosa-Cuéllar, J. 2016. Efecto de la raza paterna en características de la canal de corderos para carne en Hidalgo, México. *Rev Mex Cienc Pecu.* 7(4):441-453.
- Macías-Cruz, U., Álvarez-Valenzuela, F.D., Rodríguez-García, J., Correa-Calderon, A., Torrentera-Olivera, N.G., Molina-Ramirez, L. & Avendaño R. 2010. Crecimiento y características de la canal en corderos Pelibuey puro y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Archivo de Medicina Veterinaria* 42:147-154
- Magaña-Monforte, G.J., Moo-catzin, J.C., Chay-Canul, A.J., Ake-Lopez, R.J., Segura-Correa, C.J & Montés- Perez C.R. 2015. Crecimiento y componentes de la canal de ovino de pelo en jaulas elevadas. *Livestock Research for Rural Development* 27:6
- Marshall, W., Bertot, J. A., Collantes, M., Corchado, A., Delgado, A.; Uña, F. & Vila, M., 2005. La suplementación nitrogenada en la digestibilidad y el balance de nitrógeno en carneros con dietas de heno de baja calidad. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(2): 181-186.
- Marshall, W., Collantes, M., Corchado, A., Bertot, J., Uña, F., Torres, V. & Zarduy, L. 2002. Predicción de la canal, composición tisular y rasgos regionales en corderos Pelibuey suplementados con gallinaza. III Estimación del peso de la paleta. *Rev.*

Prod. Anim. 14:5.

- Mireles, E. J., Rodríguez, D., Jordán, H., Ramírez, A. H., García, A. & Gutiérrez, I. 2015. Indicadores productivos de corderos en praderas nativas, suplementados con *Acacia cochliacantha*, en el trópico seco de Guerrero, México. Cuban Journal of Agricultural Science, 49(3): 329-338
- Mount, D., Steffens, T., Schutz D. & Whittier J. 2009. Fibrous and nonfibrous carbohydrate supplementation to ruminants grazing forage from small grain crops. The Professional Animal Scientist. 25:139-144. doi.org/10.15232/S1080-7446 (15) 30696-3.
- Munguía, A.C. 2015. Comportamiento productivo y características de la canal en ovinos alimentados con pulpa de café. Master Thesis. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, Mexico-pp. 72-85.
- Noriega, A., Silva, R. & García, M. 2009. Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. Zootecnia Tropical. 27(2): 135 – 141.
- NRC, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Animal Nutrition Series. The National Academies Press. Washington, D.C. 362 pp.
- Oliveira, R., Oliveira, J.F., Bezerra, L., Nascimento, T., Pellegrini, C., Freitas Neto, M., do Nascimento, N., Wender, J. F. & de Souza, W. 2016. Sustitución de harina de maíz por residuos secos de cervecería en la dieta de ovejas. Rev Colomb. Cienc Pecu. .29:99-107
- Pinto, R., Guevara, H. F., Medina J. A., Hernández-Sánchez, D., Ley-de Coss, A. & Guerra-Medina, E. 2017. Conducta ingestiva y preferencia bovina por el ensilaje de Pennisetum y pulpa de café. Agronomía Mesoamericana. 28(1):59-67.
- Ramírez, J. 1999. Pulpa de Café Ensilada. Producción, Caracterización y Utilización en la Alimentación Animal. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela, pp. 109-135.
- Reyes, C. 2006. Influencia de la suplementación sobre la ganancia de peso y calidad de la canal en borregos Dorper/Katahdin. Revista Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana. México.
- Rivas, M., Herrera, R., Santos, R., Herrera, A., Escalera, F. & Martínez, S. 2017. Bagazo húmedo de cervecería como sustituto de cereales en la suplementación de ovinos. ABANICO VETERINARIO ISSN 2448-6132. Editorial Sergio Martínez González sisupe.org/revistasabanico.
- Rodríguez, A. Z. 2004. Uso del boniato (*Ipomoea batata* lam) en la tecnología de fermentación en estado sólido de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). PhD Thesis. Universidad Agraria de la Habana. Instituto de Ciencia Animal. Cuba. p. 8 – 11.
- Tedeschi, L.O., Cannas, A. & Fox, D.G. 2010. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. Small Ruminant Res. (89):174-184.

Received: January 16, 2018