

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADO O APLICACIÓN DE ZERANOL EN CORDEROS PELIBUEY SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Benjamín Ortiz de la Rosa, Ignacio Mejía Haro, Julio Cesar Espinoza Hernández, Julio P. Ramón Ugalde, Juan Rivera Lorca y Víctor Manuel Marín Perales

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el consumo voluntario (CV), digestibilidad aparente (DA), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia en un monocultivo y en un sistema silvopastoril, empleando 40 corderos pelibuey machos sin castrar, con peso promedio inicial de $22,48 \pm 2,3$ kg, durante 90 días en el periodo de seca. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y diez repeticiones (corderos) cada uno. Los tratamientos fueron: T1) monocultivo + 250g/día de concentrado, T2) monocultivo + inyección de 1ml de zeranol, T3) sistema silvopastoril + inyección de 1ml de zeranol, y T4) sistema silvopastoril + 250g/día de concentrado. Los datos fueron evaluados estadísticamente mediante análisis de

varianza y comparación múltiple de medias de Duncan. El CV y la DA de la proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) fueron mayores ($P < 0,05$) en T4 que el resto de los tratamientos. La GDP fue diferente ($P < 0,05$) entre los tratamientos; el T4=133g por animal-día fue mayor que T1=108g por animal-día. En la conversión alimenticia también se encontró diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los tratamientos, el T4 fue mayor (5,65) que T1(5,18), T2(4,97) y T3(5,10). En conclusión, el sistema silvopastoril complementado con concentrado tuvo más ventajas en el comportamiento productivo de los corderos utilizados en el experimento, y la aplicación de zeranol no tuvo efectos sobre los parámetros productivos.

Introducción

En la actualidad la ovinocultura se está desarrollando a un ritmo acelerado y promisorio en México, lo que trae consigo una demanda mayor en alimento de calidad para su óptima explotación. En las regiones tropicales esta ganadería basa su desarrollo en el uso de las gramíneas y arbustos, cuya producción, disponibilidad y calidad está influenciada por la estacionalidad climática y el manejo del ecosistema (Rojas-Schroeder *et al.*, 2017). Durante la sequía se reduce la producción de biomasa y se dispone generalmente de pasto maduro remanente de

la época lluviosa previa; este forraje disminuye su contenido de proteína y energía digestible e incrementa la concentración de paredes celulares indigestibles, lo que ocasiona una disminución del consumo voluntario por tener un mayor tiempo de retención de la fibra a nivel ruminal (Kawas, 2008) y, por consiguiente, una insuficiente cantidad de nitrógeno y energía disponible para el crecimiento microbiano ruminal.

Para mejorar la alimentación de los rumiantes en pastoreo se han desarrollado múltiples alternativas; una de ellas es la incorporación de los sistemas silvopastoriles, en donde se asocian

leguminosas arbóreas o herbáceas y gramíneas, las que proveen un forraje rico en nutrientes, específicamente en proteínas, vitaminas y minerales. Por ello pueden ser utilizadas como suplementos en las dietas para rumiantes e incrementar el consumo y digestibilidad de los forrajes de baja calidad (Galindo *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 2020) y así obtener una mejor respuesta productiva de los animales, esto debido a la mayor disponibilidad de forraje durante todo el año con un alto contenido proteico por las leguminosas arbustivas y menor porcentaje de fibra que llevan a incrementar la digestibilidad (Macon *et*

al., 2003; Barros-Rodríguez *et al.*, 2016; Martínez-Hernández *et al.*, 2019).

Otra alternativa que han implementado los productores es la utilización de implantes hormonales, ya que promueven una redistribución de los nutrientes disponibles hacia un incremento en la síntesis de proteína corporal (músculo) a expensas de una disminución en la tasa de acumulación de tejido graso. Consecuentemente, esto da como resultado canales de ovinos más magras (Rathmann *et al.*, 2012).

Las principales respuestas esperadas con el uso de

PALABRAS CLAVE / Ovinos Pelibuey / Parámetros Productivos / Sistema Silvopastoril /

Recibido: 28/02/2020. Modificado: 22/12/2020. Aceptado: 26/12/2020.

Benjamín Ortiz De la Rosa. Doctor en Nutrición Animal, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Profesor e Investigador, Instituto Tecnológico de Conkal, TecNM, México.

Ignacio Mejía Haro (Autor de correspondencia) Ph.D. en Nutrición University of Nebraska, EEUU. Profesor e

Investigador, Instituto Tecnológico El Llano, TecNM, México. Dirección: 2Instituto Tecnológico El Llano. TecNM. Km. 18 Aguascalientes-San Luis Potosí, CP.20330, México. e-mail: ignaciomh@hotmail.com.

Julio Cesar Espinoza Hernández. Doctor en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

Profesor e Investigador, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.

Julio P. Ramón Ugalde. Doctor en Veterinaria, Universidad de Zaragoza, España. Profesor e Investigador del Instituto Tecnológico de Conkal. TecNM. México.

Juan Rivera Lorca. Doctor en Ciencias Agropecuarias,

Universidad Autónoma de Yucatán, México. Profesor e Investigador, Instituto Tecnológico de Conkal. TecNM. México.

Víctor Manuel Marín Perales. Doctor en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. Profesor, Tecnológico de Torreón, Coahuila, TecNM, México.

EFFECT OF SUPPLEMENTATION OF CONCENTRATE OR THE APPLICATION OF ZERANOL IN PELIBUEY LAMBS ON PERFORMANCE

Benjamín Ortiz de la Rosa, Ignacio Mejía Haro, Julio Cesar Espinoza Hernández, Julio P. Ramón Ugalde, Juan Rivera Lorca and Víctor Manuel Marín Perales

SUMMARY

The objective of the present study was to evaluate the voluntary feed intake (FI), apparent digestibility (AD), average daily gain (ADG) and feed conversion in a single grass pasture and a silvopastoral system in 40 intact male pelibuey lambs with an initial average weight of 22.48 ± 2.3 kg, during 90 days in dry season. A completely randomized experimental design was used with four treatments and 10 replicates (lambs) in each one. The treatments were: T1) single grass pasture + 250g/day of concentrate; T2) single grass pasture + injection of 1ml zeranol; T3) silvopastoral system + injection of 1ml of zeranol; T4) silvopastoral system + 250g/day of concentrate. Data were statistically evalu-

ated using variance analyses and multiple mean comparisons of Duncan. FI and AD of crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were higher ($P < 0.05$) for T4 than the rest of the treatments. ADG was different ($P < 0.05$) among treatments; T4= 133g per animal-day was higher than T1= 108g per animal-day. A significant difference ($P < 0.05$) was found among treatments in feed conversion; T4 was higher (5.65) than T1(5.18), T2(4.97) and T3(5.10). In conclusion, the silvopastoral system supplemented with concentrate had advantages in performance of lambs used in this experiment and the application of zeranol had no effects on productive parameters.

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM CONCENTRADO OU APLICAÇÃO DE ZERANOL EM CORDEIROS DA RAÇA PELIBUEY SOBRE OS PARÂMETROS PRODUTIVOS

Benjamín Ortiz de la Rosa, Ignacio Mejía Haro, Julio Cesar Espinoza Hernández, Julio P. Ramón Ugalde, Juan Rivera Lorca e Víctor Manuel Marín Perales

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o consumo voluntário (CV), digestibilidade aparente (DA), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar em monocultivo e um sistema silvipastoril, utilizando 40 cordeiros pelibuey machos sem castrar, com peso médio inicial $22,48 \pm 2,3$ kg, durante 90 dias no período de seca. Utilizou-se um desenho experimental completamente aleatório com quatro tratamentos e dez repetições (cordeiros) cada. Os tratamentos foram: T1) monocultivo + 250g/dia de concentrado, T2) monocultivo + injeção de 1ml de zeranol, T3) sistema silvipastoril + injeção de 1ml de zeranol, e T4) sistema silvipastoril + 250g/dia de concentrado. Os dados foram avaliados estatisticamente mediante análise de variância

e comparação múltipla de médias de Duncan. O CV e DA da proteína crua (PC), fibra detergente neutra (FDN) e fibra detergente ácida (FDA) resultaram maiores ($P < 0,05$) em T4 do que nos outros tratamentos. O GPD foi diferente ($P < 0,05$) entre os tratamentos; T4=133g por animal-dia foi maior do que T1=108g por animal-dia. Na conversão alimentar também foi encontrada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, T4 foi maior (5,65) do que T1(5,18), T2(4,97) e T3(5,10). Em conclusão, o sistema silvipastoril complementado com concentrado teve mais vantagens no comportamento produtivo dos cordeiros utilizados no experimento, e a aplicação de zeranol não teve efeitos sobre os parâmetros produtivos.

implantes hormonales son: un incremento en la tasa de ganancia de peso y el consumo de alimento, una mejor eficiencia alimenticia, y canales más pesadas con mayor cantidad de músculo y menos grasa (Oliva *et al.*, 2001). Por lo tanto, el uso de implantes hormonales puede favorecer el desarrollo y finalización de corderos, haciéndolos más eficientes, y reduciendo los costos. Sin embargo, su uso ha sido polémico por los efectos negativos que pueden ocasionar en la salud humana. Los efectos del zeranol sobre receptores de estrógenos de las células cancerosas de mama en humanos han sido controversiales, acelerando el crecimiento celular a bajas

concentraciones e induciendo apoptosis a altas concentraciones (Yuri *et al.*, 2006). En otro estudio, con la aplicación de zeranol en ratas pre-púberes se concluyó que la glándula mamaria no fue afectada, pero sí lo fueron los ovarios y estructuras reproductivas, lo que implica que se puede afectar en su vida reproductiva a infantes que consuman alimentos con zeranol (Yuri *et al.*, 2004).

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con concentrado o la inyección de zeranol en cordeiros pelibuey en pastoreo sobre el consumo voluntario, ganancia de peso, conversión alimenticia y digestibilidad aparente del alimento consumido.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en el Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin (CDTT) del Banco de México-FIRA, ubicado en el municipio de Tzucacab, al sur del estado de Yucatán, en el km 4,5 carretera Tzucacab-Escondido, a $20^{\circ}10'N$ y $89^{\circ}10'O$, con altura de 0 a 100msnm. El promedio anual de precipitación es de 1000 a 1200mm y la temperatura promedio anual es de $26,1^{\circ}C$ (INEGI, 2009). El suelo dominante en la zona es Luvisol (64%).

Se realizó una prueba de comportamiento donde se utilizaron 40 corderos machos sin castrar de la raza pelibuey con

peso promedio de $22,48 \pm 2,3$ kg, los que se distribuyeron en cada uno de los tratamientos evaluados que fueron: T1: monocultivo + inyección de zeranol, T2: monocultivo + concentrado, T3: sistema silvipastoril + inyección de zeranol, y T4: sistema silvipastoril + concentrado.

En el experimento se utilizó 0,5ha para cada uno de los tratamientos (T1, y T2) en el monocultivo constituido por zacate Guinea (*Panicum maximum*), áreas que fueron divididas en cuatro potreros, para ser pastoreados por 7 días cada uno. En el sistema silvipastoril se utilizó 1ha por cada tratamiento (T3 y T4), constituida por zacate Guinea (*P.*

maximum) - huaxín (*Leucaena leucocephala*), y se dividió en siete potreros con una densidad de 5600 plantas/ha de huaxín para que cada uno fuera pastoreado por 7 días.

Se utilizaron los forrajes mencionados porque la *L. leucocephala* es un forraje tropical que puede prosperar en suelos ácidos, alcalinos o neutros, y que destaca por un menor contenido de taninos y fibra que otras especies arbustivas, por un alto valor proteico y por su aceptabilidad por el ganado (Martínez *et al.*, 2016). Por lo referente al zacate Guinea, este se encuentra ampliamente diseminado en la península de Yucatán al igual que el huaxín.

En el monocultivo se llevó a cabo el corte de uniformidad a la gramínea mecánicamente con una altura de 25cm a nivel del suelo, dejando transcurrir 28 días para realizar el primer pastoreo. Durante el periodo de recuperación se realizó la división de potreros. Para el pastoreo se utilizó un sistema rotacional de siete días de ocupación por 21 días de descanso.

En el sistema silvopastoril se realizó el corte de uniformidad al huaxín de manera manual con una altura de 40cm del nivel del suelo, después de 28 días transcurrido el corte se procedió al pastoreo, y para el monocultivo se dejaron transcurrir otros 28 días para realizar el primer pastoreo, utilizando un sistema rotacional de siete días de ocupación por 42 días de descanso.

Al inicio del experimento, todos los corderos fueron pesados, identificados (tatuados), desparasitados (Ivermectina, 1ml/cordero), y se les aplicó 1ml por vía intramuscular de complejo vitamínico ADE (ADE®, Fiori). Durante todo el tiempo que duró el experimento (90 días), a los corderos se les proporcionó agua fresca *ad libitum* y ~20g/día de una mezcla de sales minerales (Fosforisal®, Purina México). A los corderos de los tratamientos 1 y 3 se les inyectó por vía subcutánea y por única vez en el día 1 del experimento 1ml (10mg) de zeranol

(Zeramec®, Virbac de México) por cada 25kg de peso vivo, en la cruz. A los corderos de los tratamientos 2 y 4 durante el pastoreo se les ofreció 250g por animal y día de concentrado para borrego de engorda (Tabla I). El pastoreo iniciaba de las 07:30 y se retiraba a los corderos del área a las 17:00, todos los corderos se pesaron cada 15 días; previamente antes del pesaje se les dietaba por 12h y recibieron un periodo de adaptación de siete días.

Entre las variables de respuesta estudiadas estaba el consumo voluntario en pastoreo, el que se evaluó a través de la dosificación del óxido de cromo (Cr₂O₃) a dos corderos por cada tratamiento, a los que se administró 1g de Cr₂O₃ en capsulas durante 10 días, y en los últimos cinco días se colectaron muestras de heces directamente del recto cada 3h, que fueron secadas en un horno de aire forzado a 55°C durante 72h, o hasta obtener peso constante, y molidas en un molino Willey con una criba de 1mm. Posteriormente, se prepararon muestras compuestas de heces de cada animal por día para determinar la concentración de Cr₂O₃ mediante un espectrofotómetro de absorción atómica, utilizando la técnica de Williams *et al.* (1962). La información generada en el análisis se utilizó para las siguientes fórmulas:

$$MSH(g/día) = \frac{Cr_2O_3 \text{ consumido (mg/día)}}{\text{Concentración de } Cr_2O_3 \text{ en heces (mg g}^{-1} \text{MS)}}$$

$$CV(g/día) = \frac{MSH(g/día)}{1 - (DMS/100)}$$

donde MSH: materia seca excretada en heces, CV: consumo voluntario, y DMS: digestibilidad de la materia seca.

La digestibilidad aparente se determinó de la diferencia de los nutrientes (PC, FDN y FDA) contenidos en el forraje y las heces colectadas, siendo estas últimas utilizadas para determinar el consumo voluntario. Las muestras de forraje del zacate Guinea y huaxín se colectaron en el mismo horario que las heces; para el zacate Guinea se tomaron 10 muestras en cuadrantes de 30x30cm por día, y para el huaxín se

TABLA I
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL CONCENTRADO Y FORRAJES UTILIZADOS (%BS)

Componente	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Panicum maximum</i>	Concentrado
M.S.	24,00	25,00	88,00
Cenizas	11,1	9,10	8,50
Proteína	26,00	9,00	17,00
Extracto Etéreo	2,2	2,5	3,50
Fibra.	-	-	10,00
E.L.N.	-	-	61,00
F.D.A.	24,00	40,00	-
F.D.N.	44,00	66,4	-
Lignina	9,1	5,50	-
C.N.F.	16,7	13,0	-
T.N.D.	64,34	52,32	81,00
E.M. (Mcal/Kg)	2,321	1,887	2,922

BS: base seca, E.L.N: elementos libres de nitrógeno, F.D.A.: fibra detergente ácida, F.D.N: fibra detergente neutra, C.N.F: carbohidratos no fibrosos, T.N.D.: total de nutrientes digestibles, E.M.: energía metabolizable.

muestreó el 3% de los árboles. Los forrajes fueron secados en un horno de aire forzado a 55°C durante 72h y se molieron en un molino Willey con una criba de 1mm. Posteriormente se prepararon muestras compuestas por día para el análisis químico en donde se determinó proteína cruda (PC) por el método de micro digestión y micro destilación de Kjeldahl, de acuerdo con los procedimientos del AOAC (2012); y fibra detergente ácida y fibra detergente neutra por el método descrito por Van Soest *et al.* (1991). Tanto los datos de las heces como del forraje se utilizaron para cálculos por medio de la fórmula propuesta por Merchen (1988):

$$DA = \frac{((\% \text{ Nut. MSC}) - (\% \text{ Nut. MSH}))}{(\% \text{ Nut. en MSC})} \times 100$$

donde DA: digestibilidad aparente, MSC: materia seca consumida, MSH: materia seca de heces, y Nut: nutrimento (PC, FDN y FDA).

Para la ganancia diaria de peso de los corderos se calculó de la diferencia de los pesos inicial y final entre los días evaluados, los pesos se obtuvieron del pesaje de los animales en báscula digital cada 15 días. Para calcular la conversión alimenticia se dividió el consumo voluntario entre la ganancia de peso.

La información generada fue sometida al análisis de varianza (ANOVA) utilizando el paquete estadístico SAS (2008) y la comparación de medias se realizó con la prueba de Duncan.

Resultados y Discusión

Consumo de alimento

La información generada indica diferencias significativas (P<0,05) en el consumo voluntario (Tabla II). Los corderos del T4, que corresponden al sistema silvopastoril con suplementación diaria del concentrado tuvieron un mayor consumo (72,8gMS·kg⁻¹PV^{0,75}) que el resto de los tratamientos, los que no fueron diferentes entre sí (P>0,05). Presumiblemente, esto se deba a que al incorporar *Leucaena leucocephala* en la dieta se aumenta la disponibilidad de la proteína para los microbios ruminales y, junto con el concentrado ofrecido, se incrementa la síntesis microbiana y de ácidos grasos volátiles en el rumen, lo que produce un aumento en la tasa de degradabilidad de los forrajes y el consumo voluntario (Barros-Rodríguez *et al.*, 2013). Adicionalmente, el concentrado ofrecido en cantidades limitadas aporta una alta concentración de carbohidratos de fácil y rápida degradación ruminal,

TABLA II
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS PASTOREANDO EN UN
MONOCULTIVO O SISTEMA SILVOPASTORIL

Variables	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	EE
Peso inicial (kg)	24,3	21,3	22,9	21,4	2,30
GDP (g)	108 b	116 ab	119 ab	133 a	1,60
Consumo voluntario (g MS/día)	559 c	577 bc	607 b	751 a	0,08
Peso final (kg)	34,2 b	31,74 ab	33,61 ab	33,37 a	2,60
Consumo PV (%)	2,48 a	2,57 a	2,50 a	3,35 a	0,79
Consumo voluntario (gMS·kg ⁻¹ PV ^{0,75})	54,1 b	55,9 b	55,5 b	72,8 a	8,87
Conversión alimenticia	5,18 b	4,97 b	5,10 b	5,65 a	
Producción de carne (kg·ha ⁻¹)	648	696	712	800	63,46

GDP: ganancia diaria de peso, MS: materia seca, PV^{0,75}: peso metabólico, Consumo PV (%): consumo en % de su peso corporal, EE: error estándar. Literales distintas en la misma fila indican diferencias (P<0,05).

los que llevan también a un aumento en la tasa de fermentación y producción microbiana (Runhang *et al.*, 2019).

Los consumos voluntarios más bajos (T1=54,1; T2=55,9 y T3=55,5gMS·kg⁻¹PV^{0,75}) se presentaron en los corderos que pastorearon en el monocultivo con aplicación de zeranol (T1), monocultivo y concentrado (T2), y sistema silvopastoril con aplicación de zeranol (T3), en los cuales no hubo la asociación entre la *L. leucocephala* y el concentrado, limitando así la disponibilidad de proteína y carbohidratos no estructurales en el rumen, requeridos para la síntesis microbiana. El monocultivo, constituido por una gramínea (*Panicum maximum*) que es deficiente en carbohidratos no estructurales y proteína y alta en lignocelulosa (Tabla I) puede inducir al alimento a permanecer por más tiempo en el rumen por no contar con una síntesis microbiana alta y tener una tasa de paso ruminal más lenta (Barros *et al.*, 2013), y consecuentemente un menor consumo. Por otro lado, se observó que la aplicación de zeranol no tuvo el efecto que tuvo el concentrado en aumentar el consumo de alimento, probablemente por no tener efecto directo en la microflora ruminal.

Los valores obtenidos en este experimento son similares a los obtenidos por Mahecha *et al.* (1995) en un sistema silvopastoril conformado por *Cynodon plectostachyus* y *L. leucocephala*, debido al mismo aporte de esta última en la dieta, en el contenido de N y

disminución de la concentración de paredes celulares con respecto al monocultivo (Tabla I). De igual manera, Espinoza *et al.* (2005) evaluaron la inclusión de harina de *L. leucocephala* y obtuvieron resultados similares al presente experimento. En una producción intensiva, Canul *et al.* (2009) no encontraron efectos en consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia del zeranol aplicado vía subcutánea en forma oleosa a corderos pelibuey de 20kg de peso.

De la misma manera, cuando el consumo fue registrado como g/día por animal, el T4 fue superior (P<0,05) que el resto de los tratamientos (Tabla II), y los tratamientos que obtuvieron el menor consumo fueron T1, y T2.

Digestibilidad aparente de las dietas-tratamiento

La digestibilidad aparente (DA) de PC, FDN y FDA fue mayor (P<0,05) en el sistema silvopastoril complementado con concentrado (T4) que en el resto de los tratamientos (Tabla III). Esto pudo deberse a que la *L. leucocephala* aporta una mayor cantidad de proteína que suple de péptidos, aminoácidos y amoníaco a las bacterias ruminales así como de ácidos grasos de cadena corta ramificados requeridos para la síntesis microbiana ruminal y una menor cantidad de FDN y FDA (Barros-Rodríguez *et al.*, 2012, 2016), lo que incrementa la degradación ruminal de la ingesta (Sultan *et al.*, 2010).

Igualmente, el concentrado aportó proteína y energía, contribuyendo también a un incremento en la actividad celulolítica de las bacterias ruminales, ayudando a la degradación de la proteína en cetos ácidos y amoníaco, siendo este último la principal fuente de N para la síntesis microbiana (Cardoniga y Satter, 1993; Kim *et al.* 2010). En contrario, los corderos del tratamiento con la menor DA (T1) el cual corresponde al monocultivo con aplicación de zeranol, consumieron el forraje de más baja calidad, limitando el consumo por la alta concentración de NDF y ADF y bajo contenido de proteína (Tabla I), limitando la actividad celulolítica de los microorganismos ruminales y la degradabilidad de la materia seca (Mahgob *et al.*, 2000; Castillo-Lopez y Dominguez-Ordonez, 2019). La digestibilidad de la FDN y FDA en T2 también fueron menores (P<0,05) que T4, lo cual pudo deberse a que los corderos de este tratamiento estuvieron pastoreando la gramínea (*P.*

maximum) y se les suministro el concentrado, el que tiene efectos negativos sobre la degradabilidad de los componentes de la pared celular (Sairanen *et al.*, 2005). Estos resultados coinciden con los reportados por Sosa *et al.* (2004), pero difieren con los reportados por Alves *et al.* (2003), Nouel *et al.* (2006) y Obeid *et al.* (2007).

Ganancia de peso

A medida que se incrementó el contenido de PC y disminuyó la concentración de FDN en la dieta mejoró la ganancia diaria de peso (P<0,05) entre tratamientos (Tabla II), favoreciendo a los corderos que pastorearon en un sistema silvopastoril y fueron suplementados con concentrado (T4), a diferencia cuando se les aplicó el zeranol (T1 y T3) o pastorearon en el monocultivo. Esto es debido al aporte de energía digestible por el concentrado y la proteína degradable y una tasa de fermentación más alta que en general presentan las leguminosas, lo que lleva a una mayor producción de proteína microbiana y un mayor consumo (Dewhurst *et al.*, 2003). Los corderos de T1 y T2, los cuales pastorearon en el monocultivo tuvieron un déficit de proteína cruda, ya que este forraje contiene de 9 a 10% de PC (Suárez *et al.* 2011), valor que se considera bajo al compararse con los requerimientos de corderos de ~20kg de peso (16,9%). En otra investigación, realizada por Pérez *et al.* (1998), se evaluó el potencial de un sistema

TABLA III
DIGESTIBILIDAD APARENTE DE COMPONENTES DEL
FORRAJE CONSUMIDO POR CORDEROS PASTOREANDO
UN MONOCULTIVO O SISTEMA SILVOPASTORIL

Indicador (%)	T1	T2	T3	T4	E.E.
PC	55,5 d	56,8 c	61,99 b	62,2 a	3,5
FDN	52,9 d	54,5 c	58,2 b	60,4 a	3,4
FDA	58,6 d	63,4 b	60,6 c	65,2 a	2,9

E.E.: error estándar, PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente acida. Literales distintas en la misma fila indican diferencias (P<0,05).

silvopastoril en un área con *L. leucocephala* en un periodo de seca logrando ganancias diarias de peso de 100g por animal-día en ovinos, valores inferiores a los obtenidos en nuestro estudio, debido que los corderos del T4 en el sistema pastoril complementados con concentrado contaron con un mayor aporte de nutrientes de fácil degradabilidad, lo que disminuye el tiempo de paso de la ingesta en el rumen y por consiguiente un aumento en el consumo y la GDP (Fimbres *et al.*, 2002a). Por otro lado, Oliva *et al.* (2001) reportaron valores superiores a los aquí obtenidos en la ganancia de peso (138g por animal-día) en ovinos pelibuey pastoreando en zacate Estrella (*C. plectostachyus*) e implantados con zeranol y complementados con concentrado del 14,5% de PC, lo que pudo deberse a que se les ofreció una mayor cantidad de concentrado que en este estudio, aportando una mayor cantidad de nutrientes requeridos por el animal; sin embargo, el implante de zeranol no tuvo efectos en la ganancia de peso y consumo de alimento.

Conversión alimenticia

En la conversión alimenticia (Tabla II) se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$), observándose que la CA más alta fue para T4 (5,65kg de alimento por kg de aumento de peso vivo), contribuyendo considerablemente el mayor consumo de forraje y el tipo, ya que las leguminosas generalmente presentan una fermentación más rápida y un tiempo menor de permanencia en el rumen que las gramíneas, lo que permite un mayor consumo y una disminución en la digestibilidad de la materia seca (Dewhurst *et al.*, 2003). Fimbres *et al.* (2002b) reportaron una disminución lineal en la digestibilidad aparente de la materia seca y FDN a medida que se incrementó el forraje en la ración de ovinos de un 10 a 20 y 30%, lo que repercute en la conversión alimenticia.

Estos resultados son similares a los reportados por Reyes (2000) en la inclusión de 75% de *Gliricidia sepium* en la dieta para ovinos pelibuey, debido al alto porcentaje de forraje en la dieta, lo que coincide con los animales del presente experimento ya que su dieta se basaba prácticamente de forraje, indicando que la conversión alimenticia está determinada por el consumo y la degradabilidad de la dieta. El valor de CA obtenido en el presente experimento para T4 es menor que los valores reportados por Palma y Huerta (1999), de 6,32; 6,27 y 6,22 para corderos alimentados con 0, 10 y 20% de inclusión de follaje de *L. leucocephala* en la ración, respectivamente, y similares a los reportados por Canul *et al.* (2009) para corderos pelibuey en engorda intensiva y con la aplicación subcutánea de zeranol (5,0kg de alimento/kg de aumento de peso).

Conclusiones

La suplementación de concentrado en un sistema silvopastoril conformado por *Leucaena leucocephala* fue mejor que los tratamientos con aplicación de zeranol y el de monocultivo con suplementación de concentrado, en consumo de materia seca, digestibilidad de la proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, pero con menor resultado en conversión alimenticia que el resto de los tratamientos. La ganancia de peso en los corderos del tratamiento de monocultivo con aplicación de zeranol fue menor que el resto de los tratamientos, los que no presentaron diferencias entre ellos. Con respecto a la degradabilidad de la PC, FDN, y FDA, el tratamiento con suplementación del concentrado en un sistema silvopastoril registró valores más altos que el resto de los tratamientos. Es necesario ampliar el conocimiento sobre los beneficios de los sistemas silvopastoriles, el efecto del concentrado en el comportamiento de ovinos con un mayor número de animales y en diferentes

periodos del año y considerar los posibles efectos negativos del uso del zeranol en la salud de los humanos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado por el Tecnológico Nacional de México y el Tecnológico de Conkal.

REFERENCIAS

- AOAC (2012) *Official Methods of Analysis*. 19ª ed. Latimer GW Jr., Ed. AOAC International. Gaithersburg, MD, EEUU.
- Alves SK, Ramos F, Chaves A, Ferreira M, Costa R, Pereira E, Gomes C, Dos Santos C, Bezerra D (2003) Níveis de energia em dietas para ovinos santa ines: digestibilidade aparente. *Rev. Bras. Zootecn.* 32: 1962-1968.
- Barros-Rodríguez M, Solorio-Sánchez J, Ku-Vera J, Ayala-Burgos A, Sandoval-Castro C, Solís-Pérez G (2012) Productive performance and urinary excretion of mimosine metabolites by hair sheep grazing in a silvopastoral system with high densities of *Leucaena leucocephala*. *Trop. Anim. Health Prod.* 44: 1873-1878.
- Barros-Rodríguez M, Solorio-Sánchez J, Sandoval-Castro C, Klieve AV, Briseño-Poot E, Ramírez-Avilés L, Rojas-Herrera R (2013) Effects of two intake levels of *Leucaena leucocephala* on rumen function of sheep. *Trop. Grassl.* 1: 55-57.
- Barros-Rodríguez M, Solorio-Sánchez J, Sandoval-Castro C (2016) Efecto del consumo voluntario de la *Leucaena leucocephala* sobre la degradación ruminal de la materia orgánica en ovinos. *Rev. Ecuat. Inv. Agropec.* 1: 25-28.
- Cadorniga CP, Satter LD (1993) Protein versus energy supplementation of high alfalfa silage diets for early lactation cows. *J. Dairy Sci.* 76: 1972-1980.
- Canul JR, Pelcastre A, Duarte F (2009) Efecto de zeranol en solución oleosa sobre el comportamiento de corderos pelibuey en engorda. *Rev. Bras. Cs. Agr.* 4: 485-488.
- Castillo-Lopez E, Dominguez-Ordóñez MG (2019) Factors affecting the ruminal microbial composition and methods to determine microbial protein yield. *Review. Rev. Mex. Cs. Pec.* 10: 120-148.
- Dewhurst RJ, Evans RT, Scollan ND, Moorby JM, Merry RJ, Wilkins RJ (2003) Comparisons of grass and legume silages for milk production. 2. In vivo and in sacco evaluations of rumen function. *J. Dairy Sci.* 86: 2612-2621.
- Espinoza M, Díaz Y, Argenti P (2005) Uso de la harina de leucaena (*Leucaena leucocephala*) en la alimentación de corderos post-destete en la época seca. *Rev. Fac. Agron.* 22: 42-53.
- Fimbres H, Hernandez-Vidal G, Picon-Rubio JF, Kawas JR, LU CD (2002a) Productive performance and carcass characteristics of lambs fed finishing rations containing various forage levels. *Small Rumin. Res.* 43: 283-288.
- Fimbres H, Kawas JR, Hernandez-Vidal G, Picon-Rubio J F, LU CD (2002b) Nutrient intake, digestibility, mastication and ruminal fermentation of lambs fed finishing ration with various forage levels. *Small Rumin. Res.* 43: 275-281.
- Galindo J, García C, Marrero Y, Castillo E, Aldana A, Torres V, Sarduy L (2007) Efecto de la composición del pastizal de *Leucaena leucocephala* con gramíneas en la población microbiana ruminal de toros. *Rev. Cub. Cienc. Agric.* 41: 145-148.
- Hernández M, López S, Jarillo J, Ortega E, Pérez S, Díaz P, Crosby MM (2020) Rendimiento y calidad nutritiva del forraje en un Sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* y *Megathyrus maximus* cv. Tanzania. *Rev. Mex. Cs. Pec.* 11: 53-69.
- INEGI (2009) Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tzucacab, Yucatán. http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/31/31098.pdf (Cons. 12/2020).
- Kawas J (2008) Producción y utilización de bloques multinutrientes como complemento de forrajes de baja calidad para caprinos y ovinos: la experiencia en regiones semiáridas. *Tecnol. Cienc. Agropec.* 2: 63-69.
- Kim KH, Jin GL, Oh YK, Song MK (2010) Effects of starch and protein sources on starch disappearance in the gastrointestinal tract of Han woo steers. *J. Anim. Sci.* 81: 331-337.
- Macon LE, Solenberger B, Moore JE, Staples CR, Fike JH, Portier KM (2003) Comparison of three techniques for estimating the forage intake of lactating dairy

- cows on pasture. *J. Anim. Sci.* 81: 2357-2366.
- Mahgoub O, Lu CD, Early RJ (2000) Effect of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. *Small Rumin. Res.* 37: 35-42.
- Mahecha CV, Duran MR, Molina CH, Molina E (1995) Consumo de pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) en un sistema silvopastoril. *Past. Trop.* 22: 26-30.
- Martínez M, Reyes A, Lara A, Miranda LA, Huerta M, Uribe M (2016) Composición nutricional de leucaena asociada a pasto estrella en la Huasteca Potosina de México. *Rev. Mex. Cs. Agric.* 16: 3343-3355.
- Martínez-Hernández PA, Cortéz-Días E, Purroy-Vásquez R, Palma-García JM, Del Pozo-Rodríguez P, Vite-Cristobal C (2019) *Leucaena leucocephala* (LAM) De Wit especie clave para una producción bovina sostenible en el trópico. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 22: 331-357.
- Merchen NR (1988) Digestión, absorción y excreción en los rumiantes. En Church DC (Ed.) *El Rumiante: Fisiología Digestiva y Nutrición*. Acriba. España. pp. 191-223.
- Nouel BG, Prado MO, Villasmil FJ, Rincón GM, Espejo D, Sánchez RB, Yépez E, Suárez E (2006) Consumo y digestibilidad aparente de raciones basadas en leguminosas tropicales arbóreas y paja de arroz amonificada suministradas a cabras en confinamiento. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14: 139-142.
- Obeid JA, Gomes O, Henrique D, Valadares S, Carvalho I, Martins J (2007) Consumo e digestibilidades total e parcial de componentes nutritivos em bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta. *Rev. Bras. Zootec.* 36: 921-927.
- Oliva HJ, Vidal BA, Hernández BH (2001) Utilización del Zeranol en borregos pelibuey en pastoreo y con concentrado energético. *Técn. Pec. Méx.* 17(34): 57-64.
- Palma JM, Huerta A (2000) Engorda de ovinos en confinamiento con diferentes niveles de inclusión de heno de *Leucaena leucocephala*. *VI Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles*. (28-30/10/1999). Cali, Colombia. <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/P-Palma.htm> 5/ septiembre/2008
- Pérez G, Elgueta J, Garfias R, Krishnamurthy L (1998) Árboles en linderos: Tecnología viable en Tlapacoyan, Veracruz. *Gest. Rec. Nat.* (Segunda Época) 11: 16-22.
- Rathmann RJ, Bernhard RS, Single TE, Lawrance WT, Nicholas DA, Yates JP, Johnson BJ (2012) Effects of zilpaterol hydrochloride and days on the finishing diets on feedlot performance, carcass characteristics, and tenderness in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 90: 3301-3311.
- Reyes D (2000) Consumo y digestibilidad de la fibra con diferentes niveles de inclusión de *Gliricidia sepium*. *Anim. Prod.* 12: 71-85.
- Rojas-Schroeder JA, Sarmiento-Franco L, Sandoval-Castro C, Santos-Ricalde R (2017) Utilización del follaje de Ramón (*Brosimum alicastrum* S.) en la alimentación animal. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 20: 363-371.
- Runhang L, Zhanwei T, Chaoli L, Haizhu Z, Weiguang Z, Zhibin B (2019) Different forage-to-concentrate ratios on ruminal bacterial and real-time methane production in sheep. *PLoS ONE*. 14(5) e0214777. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214777>
- Sairanen A, Khalili H, Nousiainen J, Ahvenjarvi S, Huhtanen P (2005) The effect of concentrate supplementation on nutrient flow to the omasum in dairy cows receiving freshly cut grass. *J. Dairy Sci.* 88: 1443-1453.
- SAS (2008) Statistical Analysis Systems Institute User's Guide. Version 9.0: Statistical Analysis Systems Institute. Cary, NC, EEUU.
- Sosa R, Pérez RD, Ortega RL, Zapata BG (2004) Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técn. Pec. Méx.* 42: 129-144.
- Suarez E, Reza S, Garcia F, Pastrana I, Diaz E (2011) Comportamiento ingestivo diario de bovinos de ceba en praderas del pasto Guinea (*Panicum maximum* cv. Mombasa). *Rev. Corpoica - Cienc. Tecnol. Agropec.* 12: 167-174.
- Sultan J, Javaid A, Aslam M (2010) Nutrient digestibility and feed lamb performance of lambs fed diets varying protein and energy contents. *Trop. Anim. Health Prod.* 42: 941-946.
- Van-Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Williams CH, David O, Lismaa O (1962) The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J. Agric. Sci.* 59: 381-385.
- Yuri T, Nikaido Y, Shimano N, Uehara N, Shikata N, Tsubura A (2004) Effects of prepubertal zeranol exposure on estrogen target organs and N-methyl-N-Nitrosourea induced mammary tumorigenesis in female Sprague-Dawley rats. *In vivo* 18: 755-762.
- Yuri T, Tsukamoto R, Miki K, Uehara N, Matsuoka Y, Tsubura A (2006) Biphasic effects of zeranol on the growth of estrogen receptor-positive human breast carcinoma cells. *Oncol. Rep.* 16: 1307-1312.