



USO DE BLOQUES NUTRICIONALES COMO COMPLEMENTO PARA OVINOS EN EL TROPICO SECO DEL ALTIPLANO CENTRAL DE MEXICO

[NUTRITIONAL BLOCKS EMPLOYED AS SUPPLEMENT FOR SHEEP IN THE DRY TROPICS OF THE HIGHLANDS OF CENTRAL MEXICO]

P. Vazquez-Mendoza¹, O. A. Castelán-Ortega², A. García-Martínez¹,
F. Avilés-Nova*¹

¹Universidad Autónoma del Estado de México -Centro Universitario UAEM-
Temascaltepec; C.P. 51300. Km. 67.5 carretera Toluca – Temascaltepec.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de
México, Instituto Literario No. 100, Colonia Centro, Toluca, Estado de México,
CP.50000

E-mail: franavilesnova@yahoo.com.mx

*Corresponding Author

SUMMARY

The objective of the present study was to assess the productive performance of both confined and grazing sheep, supplemented with nutritional blocks (NB). Two experiments were carried out. Experiment 1 was carried out with confined sheep while. Experiment 2 was carried out with sheep grazing continuously on native grassland. For both experiments 1 and 2, fifteen sheep F1 (Dorper x Pelibuey) were used with an initial average body weight of 17 ± 3 and 26 ± 3 kg, respectively. Treatments in experiment 1 were: T1= basal diet + NB1 with *L. leucocephala*; T2= basal diet + NB2 with wheat bran; and T3= Basal diet (control). Treatments in experiment 2 were T1= grazing +NB1 (containing *L. leucocephala*); T2= grazing + NB2 (containing wheat bran) and T3= grazing (control). Response variables in both experiments were: average daily gain (ADG), nutritional block intake (NBI), basal diet intake (BDI), total intake (TI), dry matter apparent digestibility of the nutritional block (ADDMNB), dry matter apparent digestibility of the basal diet (ADDMBD). In both experiments results were analyzed using a completely randomized design. In experiment 1, significant differences ($P < 0.05$) were observed in ADG, T1 and T2 showed the highest daily weight gains with 92 and 102 g day⁻¹ respectively. T3 showed the lowest daily weight gains with 64 g day⁻¹. Significant differences ($P < 0.05$) were observed for NBI, showing that NB1 had higher intake (135 g animal⁻¹ day⁻¹) than NB2. In experiment 2, T1 showed high NBI (133 g day⁻¹), T2 showed high ADG (68 g day⁻¹) and NB2 had higher ADDMNB (832 g kg⁻¹ DM) than NB1. It was concluded that supplementing with nutritional blocks in both confinement and grazing sheep improved their productive performance. The highest productive response was observed when grazing sheep were supplementing with NB2.

Key words: nutritional blocks; sheep; complementation; productive performance.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento productivo de ovinos complementados con bloques nutricionales en confinamiento y pastoreo. Se llevaron a cabo dos experimentos, el Experimento 1 se realizó con ovinos en confinamiento, el Experimento 2 se realizó con ovinos en pastoreo continuo en pastizales nativos. Para ambos experimentos 1 y 2 se utilizaron quince ovinos F1 (Dorper x Pelibuey), con un peso inicial de 17 ± 3 y 26 ± 3 kg respectivamente. Los tratamientos en el experimento 1 fueron: T1= dieta basal + BN1 (conteniendo *L. Leucocephala*) T2= dieta basal + BN2 (conteniendo salvado de trigo) y T3= Dieta basal (Testigo). Los tratamientos en el Experimento 2 fueron: T1= Pastoreo + BN1, T2= Pastoreo + BN2 y T3= Pastoreo (control). Las variables respuestas en ambos experimentos fueron: ganancia diaria de peso (GDP), consumo de bloque nutricional (CBN), consumo de dieta basal (CDB) consumo total (CT), digestibilidad aparente de la materia seca de bloques nutricionales (DAMSBN), digestibilidad aparente de la materia seca de la dieta basal (DAMSDB). En ambos experimentos los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar. En el Experimento 1 se encontraron diferencias en la GDP ($P < 0.05$), T1 y T2 presentaron la mayor ganancia 92 y 102 g⁻¹ día ($P < 0.05$), respectivamente; T3 presentó menor ganancia 64 g⁻¹ día ($P < 0.05$). Se encontraron diferencias en el CBN, siendo mayor en el BN1 ($P < 0.05$) 135 g⁻¹día que en BN2. En el Experimento 2. T1 presentó mayor CBN 133 g⁻¹ día ($P < 0.05$), T2 presentó mayor GDP 68 g⁻¹ día, y la mayor DAMSBN la presentó BN2 832 g kg⁻¹ MS ($P < 0.05$). Se concluyó que la complementación con bloques nutricionales a ovinos en confinamiento y bajo

pastoreo mejoró el comportamiento productivo. El comportamiento productivo de los ovinos en pastoreo fue mejor cuando se complementaron con el BN2.

INTRODUCCIÓN

En el trópico de México la alimentación de los ovinos se basa fundamentalmente en el consumo de gramíneas introducidas o nativas y en el uso de residuos de cultivos agrícolas como rastrojo de maíz y sorgo (Ruiz, 2005; Ben Salem y Nefzaoui, 2003). Estos forrajes generalmente presentan crecimiento estacional; y en consecuencia de su disponibilidad y valor nutritivo dependen los indicadores productivos de los ovinos. En el trópico seco del Altiplano Central de México los pastizales nativos son la principal fuente de alimentación de ovinos en pastoreo durante el periodo de lluvias. Sin embargo, existen variaciones en el rendimiento y disponibilidad de los pastizales durante este periodo, pudiéndose observar reducidas ganancias e incluso pérdida de peso de los ovinos. Avilés-Nova *et al.* (2008) reportaron bajas ganancias de peso (40 a 60 g día⁻¹) en ovinos en crecimiento pastoreando continuamente pastizales nativos de *Paspalum notatum* y *Axonopus compressus* en la temporada de lluvias, con lo cual se retarda el proceso de finalización de los ovinos para su venta. Los pastizales durante la época de secas disminuyen su producción, y el forraje presenta baja digestibilidad y menor contenido de proteína cruda; en consecuencia, disminuye el consumo de materia seca (López-González *et al.* 2010; Ørskov, 2005), afectando el comportamiento productivo de los ovinos. En este sentido es necesario mantener a los ovinos en confinamiento, donde reciban alimento elaborado utilizando rastrojo de maíz molido y granos, lo que incrementa los costos de alimentación (Macedo y Castellanos, 2004). Por lo anterior se requiere implementar estrategias de alimentación que mejoren el comportamiento productivo de ovinos en ambas épocas, utilizando recursos disponibles en la zona entre los que destacan subproductos de la industria harinera tales como el salvado de trigo y el follaje de arbóreas características de la zona como *Leucaena leucocephala*. García *et al.* (1996) reportaron que *L. leucocephala* en México es un recurso forrajero de alto valor nutricional.

Además, existe una amplia diversidad de recursos arbóreos forrajeros leguminosos nativos con contenidos de proteína cruda entre 14 y 18% (Meléndez *et al.* 2000). *L. leucocephala* es una importante fuente de forraje por su amplia disponibilidad y porque proporciona forraje y/o fruto en diferentes épocas anuales (García y Medina, 2006). Una estrategia de alimentación, que podría mejorar la eficiencia de producción de los ovinos al compensar

Palabras clave: bloques nutricionales; ovinos; complementación; comportamiento productivo.

las variaciones en la producción de materia seca, proteína, energía y digestibilidad en la época de lluvias, y apoyar la escasez de forraje durante el periodo de estiaje, Es el aprovechamiento del follaje de *L. leucocephala* y subproductos de molienda, como el salvado de trigo.

Gasmi-Boubaker *et al.* (2006) señalaron que la utilización de bloques nutricionales como suplemento para cabritos mejora la eficiencia de utilización de arbustivas en pastizales y, además, éstos pueden ser elaborados artesanalmente en las unidades de producción (Ben Salem y Nefzaoui, 2003; Birbe, 1998). En este sentido es necesario realizar pruebas de alimentación con el uso de dichos recursos que pueden disminuir el costo de la ración (Ramírez, 2009; Andrade, 2006; Tobía, 1996). El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento productivo de ovinos en confinamiento y pastoreo complementados con bloques nutricionales (BN) en la región sur del trópico seco del Altiplano Central de México.

MATERIALES Y METODOS

Se llevaron a cabo dos experimentos en la región sur del Altiplano Central de México, el experimento 1, se realizó durante la temporada de secas y el experimento 2, se realizó en la temporada de lluvias.

Experimento 1

Localización del sitio experimental

Se realizó durante el periodo de abril a junio de 2009 en la región sur del trópico seco del Altiplano Central de México, específicamente en una unidad de producción ovina de la comunidad de Carnicería, municipio de Temascaltepec, ubicado a 100° 02' longitud oeste, 19° 03' latitud norte. La temperatura promedio es de 17° C y la precipitación es de 800-1600 mm, y a una altitud de 1740 msnm (Palacios, 2005).

Animales y manejo

Se utilizaron quince ovinos F1 (cruza de Pelibuey x Dorper) con peso vivo de 17±3 kg y 3±0.3 meses de edad, distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos (cinco ovinos por tratamiento), alojados en corraletas individuales (1.20 X 0.80m), donde se les proporcionó dieta basal, agua y bloque nutricional a libre acceso. Los ovinos tuvieron dos semanas de adaptación a los tratamientos y ocho semanas experimentales. Al inicio

del periodo experimental fueron desparasitados con Closantil (5 mg kg⁻¹ PV). Los tratamientos fueron: T1= Dieta basal + bloque nutricional con *L. leucocephala* (DB+BN1); T2= Dieta basal + bloque nutricional con salvado de trigo (DB+BN2); y T3= Dieta basal (DB) o (Testigo). La dieta basal tuvo un aporte de proteína cruda de 130 g kg⁻¹ MS y 10.4 MJ kg⁻¹ MS de energía metabolizable y consistió en 30% de salvado de trigo, 35% de rastrojo de maíz, 29% de maíz molido, 5% de soya, 1% de mezcla mineral y vitaminas (Vitamina A= 2,500.200 UI, Vitamina D= 1,250.000 UI, Vitamina E= 90,000 UI, Manganeso 25.00g, Azufre 100.00g, Zinc orgánico 35.00g, Selenio orgánico 100.00mg, Hierro, 2.00g, Magnesio 100g, Potasio 100g, Fosforo 125g, Calcio 110g, Yodo 200mg, y Sodio 4g).

Bloques nutricionales

Los bloques (BN) de cada tratamiento se elaboraron manualmente; los ingredientes (Cuadro 1) se mezclaron, se comprimieron en un molde de plástico (5 kg) y se secaron a temperatura ambiente hasta tener consistencia dura, siguiendo las recomendaciones de Sansoucy (1986). El aporte nutricional de los bloques en el Exp. 1 fue de 270 g kg⁻¹ MS de PC y 9.0 MJ kg⁻¹ EM, siguiendo las recomendaciones de la AFRC (1993).

El follaje de *L. leucocephala* se colectó, secó a la sombra y se trituró manualmente antes de mezclarse con los ingredientes, dicho follaje fue obtenido al inicio del periodo experimental de un banco forrajero de 50 árboles, ubicado en el Rancho del Centro Universitario UAEM Temascaltepec.

Mediciones en los animales

La ganancia diaria de peso (GDP g día⁻¹) de cada ovino se estimó por diferencia entre el peso inicial y peso final, realizándose mediciones cada quince días, utilizando una báscula digital ($e=5g$), el consumo de la dieta basal (CDB g día⁻¹) se estimó pesando la dieta basal al inicio del día y al día siguiente a la misma hora pesando el alimento residual (oferta-rechazo). El consumo de bloques (CBN g día⁻¹), se estimó pesando el BN a las 8: 00 de la mañana y al día siguiente a la misma hora (oferta-rechazo), el consumo total de alimento (CT) se estimó sumando el consumo total de DB y consumo total de BN. La digestibilidad aparente de la materia seca de la dieta basal (DAMSDB), y la digestibilidad aparente de la materia seca del bloque nutricional (DAMSBN) se estimaron con la técnica de cenizas insolubles en ácido clorhídrico, donde se utilizan muestras de heces, dieta basal y bloque nutricional (Van Keulen y Yong, 1977). Para esta técnica se tuvieron dos semanas de adaptación a los tratamientos y una semana de muestreo de heces de

cada ovino por tratamiento, recolectándolas diariamente a la misma hora con ayuda de un arnés.

Mediciones de la composición química de los bloques

A los bloques del Exp. 1 y 2 se les tomaron muestras al azar para determinar su contenido de PC (AOAC, 1990), FDN, FDA (Van Soest *et al.* 1994) y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica DIVMO (Menke *et al.* 1979), digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutro (DIVFDN) (Schophield y Pell, 1995), y energía metabolizable EM (AFRC, 1993).

Cuadro 1. Ingredientes utilizados en la formulación de bloques nutricionales (%) en los Experimentos 1 y 2.

Ingredientes	Exp. 1		Exp. 2	
	BN1	BN2	BN1	BN2
Follaje de <i>L. leucocephala</i>	25.0		20.0	-
Salvado de trigo	-	27.5	-	20.0
Melaza	40.0	40.0	38.0	38.0
Maíz	16.0	13.5	5.0	5.0
Soya	-	-	18.0	18.0
Urea	7.0	7.0	7.0	7.0
Minerales*	1.0	1.0	1.0	1.0
Sal	1.0	1.0	1.0	1.0
Cemento	10.0	10.0	10.0	10.0

Exp. 1= experimento 1, Exp. 2 = experimento 2

BN1=bloque nutricional con *L. leucocephala*, BN2=bloque nutricional con salvado de trigo.

*Vitamina A = 2,500.200 UI, Vitamina D= 1,250.000 UI, Vitamina E= 90,000 UI, Manganeso 25.00g, Azufre 100.00g, Zinc orgánico 35.00g, Selenio orgánico 100.00mg, Hierro, 2.00g, Magnesio 100g, Potasio 100g, Fosforo 125g, Calcio 110g, Yodo 200mg, Sodio 4g.

Diseño experimental

Para el caso GDP, CDB, CT y DAMSDB se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones, cada ovino representó una repetición. Para CBN y DAMSBN se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos y cinco repeticiones (Herrera y Barreras, 2005).

Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + I_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta en tratamiento i , repetición j

μ = media general

I_i = efecto del tratamiento, (1,2,3)

ε_{ij} = error aleatorio

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados usando un análisis de varianza y expresados en medias con su respectivo error estándar. La comparación de medias se realizó mediante la Prueba de Tukey ($P < 0.05$). Se empleó el comando de Modelo General Lineal del paquete estadístico MINITAB v14 (2000).

Experimento 2

Localización del sitio experimental

Se realizó en el periodo julio a septiembre de 2009, en la región sur del trópico seco del Altiplano Central de México, específicamente en el Rancho del Centro Universitario Temascaltepec en el municipio de San Simón de Guerrero, ubicado a $19^{\circ} 01'$ longitud norte, $100^{\circ} 00'$ longitud oeste, con una temperatura promedio de $17^{\circ} C$, una precipitación anual de 1200mm, y presenta una altitud de 2152 msnm (Gutiérrez y Lagunas, 1999).

Animales y manejo

Se utilizaron quince ovinos F1 (Pelibuey X Dorper) de 26 ± 3 kg y 6 ± 0.2 meses de edad, distribuidos al azar en tres tratamientos (cinco ovinos por tratamiento). Los tratamientos fueron: T1= Pastoreo + bloque nutricional con *L. leucocephala* (P+BN1); T2= Pastoreo + bloque nutricional con salvado de trigo (P+BN2); y T3= Pastoreo o Testigo. Los ovinos tuvieron dos semanas de adaptación a los tratamientos y ocho semanas experimentales. Al inicio del periodo experimental los ovinos se desparasitaron con Closantil (5 mg kg^{-1} PV). Los ovinos pastorearon continuamente de las 8 a las 16 hrs en un pastizal nativo de *Paspalum notatum* y *Axonopus compressus*, de aproximadamente 8000 m^2 , dividido en tres potreros (uno por tratamiento). Después del pastoreo los ovinos se alojaron en corraletas individuales, donde diariamente se les proporcionó agua a libre acceso; y a los ovinos de los T1 y T2, se les proporcionó el bloque nutricional respectivo.

Manejo y mediciones del pastizal

El manejo del pastizal fue el siguiente: dos semanas antes del experimento se le realizó un corte de uniformidad, y no fue fertilizado antes ni durante el experimento. Se midió acumulación neta de forraje (ANF) cada 21 días, realizándose tres mediciones durante el periodo experimental, utilizando cuatro jaulas de exclusión distribuidas al azar en cada potrero de acuerdo a la metodología de Hodgson (1990). Se evaluó la composición química y el valor nutricional de muestras de forraje obtenidas mediante la técnica de "Hand plucking" que consiste en simular el

pastoreo cortando muestras de forraje con la mano a la misma altura que los ovinos pastorean (Mannetje, 1978). Estas muestras fueron secadas a $60^{\circ} C$ hasta obtener peso constante, posteriormente se les determinó el contenido de nitrógeno por el método de Kjeldahl, (AOAC, 1990), el resultado se multiplicó por el factor 6.25 (AFRC, 1993) para la determinación de PC. La cantidad de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) fue determinada usando el método ANKOM, descrito por Holden (1999), y usando la técnica de Van Soest *et al.* (1994).

La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) se determinó con la técnica de Menke *et al.* (1979) utilizando la fórmula $(16.49 + (0.9042 * PG) + 0.0492 * PC + (0.0387 * GC))$, donde: PG= producción de gas en ml de 200 mg de muestra a las 24 h, PC= contenido de proteína cruda, y GC= grasa cruda. La digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutro (DIVFDN) se estimó mediante la técnica de Schophield y Pell (1995) y la energía metabolizable (EM) fue estimada multiplicando la DIVMO X 0.15 de acuerdo a la AFRC (1993).

Bloques nutricionales

Los bloques fueron elaborados con el mismo procedimiento del Exp. 1. Los ingredientes se muestran en el Cuadro 1, mismos que aportaron 330 g kg^{-1} MS de PC y 8.0 MJ kg^{-1} MS de EM (AFRC, 1993).

El follaje de *L. Leucaena* se obtuvo de la misma forma que en el Exp. 1. En la formulación de los bloques se incluyó pasta de soya para aumentar el contenido proteínico. En ambos experimentos los BN se formularon iso proteico e iso energético (AFRC, 1993).

Mediciones en los animales

La GDP, CBN, DAMSBN se estimaron de la misma forma que en el Exp.1. Además se estimó la digestibilidad aparente del pastizal (DAMSP) con la técnica de cenizas insolubles en ácido clorhídrico (Van Keulen y Yong, 1977).

Diseño experimental

Para el caso de GDP y DAMSP se utilizó el mismo diseño experimental que en el Exp. 1, así como para CBN y DAMSBN (Herrera y Barreras, 2005). Además se determinó el coeficiente de correlación entre las variables ANF, con CBN y GDP de cada tratamiento utilizando un análisis de correlación (r ; $P < 0.05$) (Herrera y Barreras, 2005).

Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + I_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta en tratamiento i , repetición j

μ = media general

I_i = efecto del tratamiento i (1,2,3)

ε_{ij} = error aleatorio

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados usando un análisis de varianza y expresados en medias con su respectivo error estándar. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Se empleó el comando de Modelo General Lineal del paquete estadístico MINITAB v14 (2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

El CDB y CT no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) (Cuadro 2), lo cual indica que el CDB no incrementó al consumir el BN, esto se relaciona con la composición química de la dieta base que fue la misma para los tres tratamientos. Estrada (2001) reportó un incremento en el consumo de dieta basal compuesta por forrajes toscos complementados con bloques nutricionales respecto al tratamiento testigo que solo recibió la dieta base, indicando que la calidad de la dieta base es un factor que determina el consumo del bloque. Ramírez (2009) menciona que los factores que afectan el consumo de forraje, están relacionados con la composición química y la digestibilidad del alimento consumido. Thornton y Minson (1973) y Horn *et al.* (1979) reportaron que existe una relación positiva entre el consumo voluntario de forraje y la digestibilidad de la dieta; esta relación se basa en la textura física del forraje de la dieta, velocidad de digestión y tasa de pasaje ruminal.

El CBN en los T1 y T2 presentó diferencias significativas ($P < 0.05$), y el BN1 tuvo mayor consumo con 135 g animal⁻¹día (Cuadro 2), lo que indica que fue preferido por los ovinos. Esto se relaciona con la palatabilidad del bloque, proporcionada por el follaje de *Leucaena leucocephala*. García *et al.* (1996) reportan en follaje de *L. leucocephala* altos rangos de proteína cruda de 10 a 30 % y en la harina de hojas de 24 a 34.4%. La GDP presentó diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$): T1 y T2 fueron similares ($P > 0.05$) con 92 y 102 g día⁻¹ respectivamente (Cuadro 2); T3 presentó menor GDP 64 g día⁻¹ ($P < 0.05$), observándose así un efecto positivo en la GDP de los ovinos complementados con bloque respecto al tratamiento control, y que no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) en la respuesta productiva en los

ovinos al consumir bloque con *L. leucocephala* o bloque con salvado de trigo, a pesar de que BN1 presentó mayor consumo. Estrada (2001) reportó ganancias diarias de peso superiores a las reportadas en este trabajo, con 134 g animal⁻¹ día al ser complementados con bloques nutricionales con harina de sangre como fuente de proteína de sobrepaso. Sansousy *et al.* (1988) reportaron consumos de bloque nutricional similares a los encontrados 136, 112 y 8g MS animal⁻¹día en ovinos alimentados con paja y complementados con bloques nutricionales con diferentes niveles de urea 10, 15 y 20% en su formulación, y atribuyen una disminución en el consumo de bloque al aumento de urea. Combellas *et al.* (1994) también reportaron resultados similares en el consumo de bloque nutricional en ovinos de 107 g MS animal⁻¹día, consumiendo una dieta base de rastrojo de maíz. FAO/IAEA (2006) menciona que el efecto positivo de los bloques es mayor cuando la disponibilidad del alimento base se limita o en la medida que éste se consume, que cuando se ofrece *ad libitum*. Esto se explica debido a que cuando la disponibilidad del alimento es mayor, el complemento sustituye el forraje, sin obtenerse de esta manera la respuesta animal esperada.

No obstante que los BN se formularon iso proteico e iso energético, el mayor consumo del BN1 pudo atribuirse a que presentó mayor palatabilidad, puesto que la DAMSBN y la DAMSDB fue similar ($P > 0.05$). Es importante considerar que el contenido de taninos condensados del follaje de *L. leucocephala* es menor a 5 % (García *et al.*, 1996), el cual no influyó negativamente en el consumo de materia seca, además de este compuesto, el follaje de *L. leucocephala* contiene 4.3% de mimosina, aminoácido no proteico que su producto de la degradación es 3,4- DHP y 2,3-DHP, tóxico para muchas especies, la ingestión de mimosina causa pérdida de peso, bocio, alopecia, desordenes reproductivos, bajo consumo de alimento e incluso muerte tanto en rumiantes como en no rumiantes. En este trabajo el mayor CBN1 no reflejo mayor GDP lo cual pudo estar relacionado con la presencia de mimosina debido a que los ovinos a pesar de tener un periodo de adaptación, no consumían habitualmente *L. leucocephala*, sin embargo, la mimosina no fue monitoreada en los animales. Makkar *et al.* (2007) mencionan que la resistencia de los animales a la toxicidad por mimosina se atribuyó a la capacidad de algunos microorganismos del rumen para metabolizarla, además mencionan que las cabras nativas, que habitualmente consumen *L. leucocephala* presentan la bacteria *Synergistes jonesii*, microorganismo degradante de la mimosina 3,4- DHP y 2,3-DHP, convirtiendo a ésta en un producto inofensivo. Palmer *et al.* (2010) reportaron en cabras que contenían DHP en la orina, su desaparición a las 72 horas de ser inoculadas con la bacteria degradadora

de la mimosina, obtenida de cabras que consumían habitualmente *L. leucocephala*. Ghosh *et al.*, 2007 reportan que la inclusión gradual de hoja de *L. leucocephala* hasta 75% de la ración en vacas lecheras mejoró la producción sin embargo, la concentración de mimosina aumentó en la leche.

Cuadro 2. Valores medios de la respuesta productiva de ovinos complementados con bloques nutricionales.

Variables	T1	T2	T3	P	EEM
CBN (g día ⁻¹)	135 ^a	89 ^b	-	0.008	7.7
CDB (g día ⁻¹)*	916	932	887	0.057	15.80
CT (g día ⁻¹)	1051	1021	887	0.051	21.02
GDP (g día ⁻¹)	92 ^a	102 ^a	64 ^b	0.009	6.98
DAMSBN (g kg ⁻¹ MS) *	568	647	-	0.052	20.65
DAMSDB (g Kg ⁻¹ MS)	780	768	742	0.207	13.61

T1= Dieta basal + BN1; T2= Dieta basal + BN2; T3= Dieta basal ^a y ^b literales diferentes en filas representan diferencias significativas P<0.05.

CBN= Consumo de bloque nutricional

CDB= Consumo de dieta basal

CT= Consumo total

GDP= ganancia diaria de peso

DAMSBN= Digestibilidad aparente de materia seca del bloque nutricional

DAMSDB= Digestibilidad aparente de la materia seca de dieta basal.

*En estas variables el T1 fue el BN1 y el T2 fue el BN2

Experimento 2

En el Cuadro 3 se muestran los promedios de acumulación neta de forraje y se observa que la acumulación disminuyó significativamente a través de las mediciones, respecto al contenido de proteína cruda, este se mantuvo durante el experimento al igual que la fibra detergente neutro y ácido, así como la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica, energía metabolizable y la digestibilidad aparente de la materia seca del pastizal. La digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutro fue mayor al final del experimento.

Se presentaron diferencias estadísticas significativas (P<0.05) entre tratamientos respecto a CBN; el BN1 presentó mayor consumo (133 g animal⁻¹día⁻¹). Taylor *et al.* (2002) reportaron resultados diferentes en el consumo de bloque con 58 g día⁻¹ en ovejas de diferentes edades en pastoreo de pastizales nativos como dieta basal, donde las ovejas de mayor edad (5-6 años) consumían mayor cantidad de bloque. Sin embargo, son consumos inferiores a los obtenidos en este trabajo y los autores lo atribuyeron a la naturaleza gregaria de las ovejas en pastoreo, la cual no permite permanecer a todas las ovejas en el área del bloque, sin

tiempo suficiente para que todas las ovejas lo consuman.

En GDP se presentaron diferencias entre tratamientos (P<0.05), T2>T1>T3, con 68, 48 y 8 g animal⁻¹día⁻¹, respectivamente. La ganancia diaria de peso fue mejor en el T2 y se relaciona con la mejor digestibilidad que presentó el bloque nutricional con salvado de trigo. La menor GDP en T1, también podría relacionarse al igual que en el experimento anterior, con el efecto de la mimosina debido a que los ovinos no fueron inoculados con la bacteria *Synergistes jonesii* y no consumían habitualmente *L. leucocephala*. En el caso del T3, sus bajas GDP de ovinos son atribuidas al tratamiento control ya que solo recibieron pastoreo. Fernández *et al.* (1997) obtuvieron resultados similares cuando evaluaron la GDP 71 g día⁻¹ de ovinos pastoreando praderas naturales complementados con bloques nutricionales con 10% de urea y 15 % de harina de pescado como proteína sobrepasante. La complementación con bloques nutricionales es un método rentable para mejorar la nutrición de ovinos en pastoreo; además, puede ser un vehículo para administrar antiparasitarios y aliviar el efecto del endoparasitismo (Anindo *et al.* 1998).

La DAMSBN presentó diferencias estadísticas (P<0.05) entre tratamientos. BN1 fue mayor al BN2, lo que se puede relacionar con el estado de madurez del follaje, ya que las hojas de *L. leucocephala* estaban en rebrote, incrementando la digestibilidad y el consumo (Cuadro 4). Sin embargo, existen factores del pastizal como la ANF, que influenciaron en el consumo de los bloques nutricionales.

La ANF de los pastizales se relacionó significativamente (Cuadro 5) con CBN y GDP. Los datos sugieren que el consumo de los bloques dependió de la disponibilidad de forraje, debido a que se observó una relación negativa, aumentando el CBN al disminuir la ANF. La ANF presentó una relación positiva respecto a la GDP, debido a que al disminuir la ANF también disminuyó la GDP. El CBN se relacionó negativamente con la GDP, lo cual indica que, aunque el CBN1 aumentó, no se reflejó en una mayor GDP. Milne *et al.* (1981) Reportaron una relación lineal positiva entre el promedio de ganancia de peso corporal y el consumo de materia orgánica digestible en ovejas y corderos bajo pastoreo, y también informaron que el cambio de peso corporal se relaciona con la materia orgánica tanto como con la complementación de PC y la disponibilidad de pasto por hectárea en las praderas de pastoreo de ovejas. Lobato *et al.* (1980) reportaron una correlación positiva entre la ganancia de peso corporal de los ovinos y la ingesta de suplementos individuales de avena y heno. Sin embargo, estos no contenían melaza.

Cuadro 3. Características agronómicas y nutricionales del pastizal nativo de *Paspalum notatum* y *Axonopus compressus*

VARIABLES	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICION 3
ANF (kg MS ⁻¹ Ha)	560.09	238.49	184.97
PC (g kg ⁻¹ MS)	10.29	9.98	10.15
FDN (g kg ⁻¹ MS)	626.50	638.50	631.50
FDA (g kg ⁻¹ MS)	269.18	296.43	281.50
DIVFDN (g kg ⁻¹ MS)	359.22	416.10	391.00
DIVMO (g kg ⁻¹ MS)	518.40	538.93	527.29
EM (MJ kg ⁻¹ MS)	5.63	6.53	6.13
DAMSP (g kg ⁻¹ MS)	915	801	932

ANF= acumulación neta de forraje

PC= proteína cruda

FDN= fibra detergente neutro

FDA= fibra detergente ácido

DIVFDN= digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutroDIVMO= digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica

EM=energía metabolizable

DAMSP=digestibilidad aparente de la materia seca del pastizal

Cuadro 4. Valores promedio del consumo de materia seca, digestibilidad aparente de los bloques nutricionales y ganancia diaria de peso de ovinos en pastoreo

VARIABLES	T1	T2	T3	P	EEM
CBN (g día ⁻¹)*	133 ^a	108 ^b	-	0.036	5.8
GDP (g/día ⁻¹)	48 ^a	68 ^b	8 ^c	0.002	3.11
DAMSBN(g/kg ⁻¹ MS)*	625 ^a	832 ^b	-	0.006	35.55

T1= Pastizal + bloque nutricional1; T2= Pastizal + bloque nutricional 2; T3= Pastizal.

^a y ^b literales diferentes en filas representan diferencias significativas P<0.05.

CBN= Consumo de bloque nutricional

GDP= ganancia diaria de peso

DAMSBN= Digestibilidad aparente de la materia seca del bloque nutricional

*En estas variables el T1 fue el BN1 y el T2 fue el BN2

La ANF presentó una baja correlación respecto al CBN y una alta correlación con la GDP. Ya que el CBN pudo estar relacionado con una mayor disponibilidad, palatabilidad y las características físico-químicas del bloque. Además, se presentó una alta correlación respecto a la GDP, lo cual se relacionó con la disponibilidad de forraje.

En el estudio los resultados del comportamiento productivo en los experimentos no fueron comparables, no obstante es importante resaltar que los ovinos en pastoreo presentaron menor comportamiento que los ovinos estabulados, y que en ambos se complementó su alimentación con bloques nutricionales, por lo que los resultados en pastoreo se relacionaron con los factores animal-pastizal, donde la variabilidad en la disponibilidad y calidad nutricional del forraje fueron los factores principales (Cuadro 3).

Cuadro 5. Coeficientes de correlación entre acumulación neta de forraje, consumo de bloque y ganancia diaria de peso

	ANF	P	CBN1	P	CBN2	P
CBN1	-0.656	0.055				
CBN2	-0.764	0.017	-	-		
GDPT1	0.991	0.000	-0.749	0.020	-	-
GDPT2	0.994	0.000	-	-	-0.830	0.006
GDPT3	0.904	0.001	-	-	-	-

ANF=acumulación neta de forraje

CBN1=consumo de bloque nutricional1

CBN2=consumo de bloque nutricional 2

GDPT1=ganancia diaria de peso en el tratamiento 1

GDPT2=ganancia diaria de peso en el tratamiento 2

GDPT3=ganancia diaria de peso en el tratamiento 3

CONCLUSIONES

El comportamiento productivo de los ovinos en confinamiento y en pastoreo continuo en pastizales nativos mejoró cuando se complementaron con bloques nutricionales. La inclusión de recursos forrajeros nativos como *L. leucocephala* y subproductos de la industria harinera como el salvado de trigo para su utilización en bloques nutricionales es recomendable. nativos

REFERENCIAS

- AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements for Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC technical committee on response to nutrients, CAB International, Wallingford, UK.
- AOAC, 1990. Official Method of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA, p. 746.
- Andrade, M.H.M. 2006. Nutrición y alimentación de ovinos en sistemas intensivos. En memorias del V seminario de producción de ovinos en el trópico. Planetario Tabasco 2000, Prolongación de paseo Tabasco s/n, Villa hermosa Tabasco. 29 Noviembre de 2006. p 1-15.
- Anindo, D., Toe, F., Tembely, S., Mukasa-Mugerwa, E., Lahlow-Kassi., Sovani, S. 1998. Effect of molasses urea block (MUB) on dry matter intake, growth, reproductive performance and control of gastrointestinal nematode infection of grazing Menz ram lambs. Small Ruminant Research. 27: 63-71.
- Avilés-Nova, F., Espinoza- Ortega, A., Castelán-Ortega, O.A., Arriaga-Jordan, C.M. 2008. Sheep performance under intensive continuous grazing of native grasslands of *Paspalum notatum* and *Axonopus compressus* in the subtropical regions of the Highlands of Central México. Tropical Animal Health and Production. 40: 509-515.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A. 2003. Feed blocks as alternative supplements for sheep and goats. Small Ruminant Research. 49: 275-288.
- Birbe, B. 1998. Evaluación física de bloques multinutricionales melaza-urea, con diferentes niveles de roca fosfórica y harina de hojas de *Gliciridia sepium*, aceptabilidad y respuestas productiva de bovinos. Memorias del III taller internacional silvopastoril "los árboles y arbustos en la ganadería" estación experimental "Indio Huatey" Matanzas, Cuba, 25-27 Noviembre 1998. p. 161-165.
- Combellas, J. 1994. Influencia del bloque nutricional sobre la respuesta productiva de bovinos pastoreando forrajes derivados. Bloques multinutricionales. En: memorias de la I Conferencia internacional. Guanare, Venezuela. 29-31 de Julio 1994, p. 67-70.
- Estrada, P.M. 2001. Bloque multinutricional con diferentes niveles de proteína no degradable como suplemento en la alimentación de ovinos. Tesis de Maestría en Ciencias. Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Estado de México p. 37-64.
- FAO/IAEA. 2006. Improving Animal Productivity by Supplementary Feeding of Multinutrient Blocks, Controlling Internal Parasites and Enhancing Utilization of Alternate. International Atomic Energy Agency, Vienna p. 278.
- Fernández, G., San Martín, F., Escurra, E. 1997. Uso de bloques nutricionales en la suplementación de ovinos al pastoreo. Revista de Investigaciones Pecuarias. 8: 29-38.
- García, G.W., Ferguson, T.U., Neckles, F.A., Archivald, K.A.E. 1996. The nutritive value and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. Animal Feed Science and Technology. 60: 29-41.
- García, E.D., Medina, G. M. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. Revista Zootecnia Tropical. 24: 233-250.
- Gasmi-Boubaker, A., Kayouly, C., Buldgen, A. 2006. Feed blocks as a supplement for goat kids grazing natural Tunisian rangeland during the dry season. Animal Feed Science and Technology. 126: 31-41.
- Gutierrez, A. P., Lagunas, A.M. 1999. Monografía del Municipio de San Simón de Guerrero. Instituto Mexiquense de Cultura. México p 120.
- Herrera, H.J.G., Barreras, S.A. 2005. Análisis estadísticos de experimentos pecuarios. 2ª edición, Colegio de postgraduados, México.

- Hodgson, J. 1990. *Grazing Management: Science into Practice*. Burnt Mill, Harlow, Essex, England: Longman Scientific and Technical. p. 203.
- Holden, L. A. 1999. Comparison of methods of *in vitro* matter digestibility for ten feeds. *Journal Dairy Science*. 2: 1791-1794.
- Horn, F.P. 1979. Relationship of animal performance and dry matter intake on chemical constituents of grazed forage. *Journal Animal Science*. 49: 1051-1058.
- Lobato, J.F.P., Pearce, G.R., Tribe, D.E. 1980. Measurement of the variability in intake by sheep of oat grain, hay and molasses-urea blocks using chromic oxide as a marker. *Australian Journal Experimentation Agricultural and Animal Husbandry*. 20: 413-416.
- Lopez-Gonzalez, F., Estrada-Flores, J.G., Aviles-Nova, F., Yong-Angel, G., Hernandez-Morales, P., Martinez-Loperena, R., Pedraza-Beltran, P.E., Castelan-Ortega, O.A. 2010. Agonomic evaluation and chemical composition of star grass (*Cynodon plectostachyus*) in the southern region of the State of Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystem* 12: 1-9.
- Macedo, R., Castellanos, Y. 2004. Rentabilidad de un sistema intensivo de producción en el trópico. *Revista de investigación y difusión científica. Universidad de Colima*. 8: 39-50.
- Makkar, H.P.S., Siddhuraju, P., Becker, K. 2007. *Plant secondary metabolites*. Humana Press, Totowa New Jersey.
- Mannetje, L. T. 1978. Measuring quantity of grassland vegetation in: T Mannetje L. (ed). *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Commonwealth Agricultural Bureaux. p. 63-95.
- Meléndez, N.F., Báez, R.V.A., López, J., Tejada H.I., Shimada, M.A., Goñi C.S. 2000. *Alimentación de rumiantes en el trópico. Generalidades y tópicos especiales*. Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingas, H., Fritz, D., Schneider, W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal Agricultural Science* 9: 217-222.
- Minitab Version 14. 2000. *Statistical software. User's guide 1: Data, graphics, and Macros*. USA.
- Milne, J.A., Maxwell, T.J., Souter, W. 1981. Effect of supplementary feeding and herbage mass on the intake and performance of grazing ewes in early lactation. *Animal Production*. 32: 185-195.
- Ørskov, E.R. 2005. Plant factors limiting roughage intake in ruminants. *Tropical Feeds and Feeding Systems*. Elsevier, Amsterdam, p. 55-70.
- Palacios, B. J.G. 2005. *Enciclopedia de los municipios de México*. Estado de México. Temascaltepec. Instituto nacional para el federalismo y el desarrollo municipal, gobierno del Estado de México, México.
- Palmer, B., Jones, R.J., Somsak Poathong and Jeerasak Chobtang, 2010. Within-country variation in the ability of ruminants to degrade DHP following the ingestion of *Leucaena leucocephala*—a Thailand experience. *Tropical Animal Health and Production*. 42: 161-164.
- Ramírez, L.R.G. 2009. *Nutrición de rumiantes sistemas extensivos 2ª*, ed. Editorial Trillas. México.
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H., Castillo, E. 2005. Las leguminosas: sus posibilidades para implantar sistemas ganaderos sostenibles. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 39: 501-514.
- Sansousy, R. 1986. Fabricación de bloques de melaza y urea. *Revista Mundial de Zootecnia*. 57: 40-48.
- Sansoucy, R., Aarts, D., Leng, R.A. 1988. Molasses/urea blocks. En: www.fao.org/. 15 de noviembre 2010.
- Schofield, P., Pell, A.N. 1995. Validity of using accumulated gas pressure readings to measure forage digestion *in vitro*: a comparison involving three forage. *Journal Dairy Science*. 78: 2232-2238.
- Taylor, N., Hatfield, P.G., Sowell, B.F., Bowman, J.G.P., Drouillard, J.S., Dhuyvetter, D.V. 2002. Pellet and block supplements for

- grazing ewes. *Animal Feed Science and Technology*. 96: 193-201.
- Tobía, C. 1996. Elaboración artesanal y semi-industrial de bloques nutricionales para rumiantes. El garrapato. Decato de Ciencias Veterinarias. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" Baquisimeto, Venezuela. 13: 14-17.
- Thornton, R. F., Minson, D.J. 1973. The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake and apparent digestibility of legume and grass diet in sheep. *Australian Journals*. 24: 889-898.
- Van Keulen, J., Yong, B.A. 1977. Evaluation of Acid-Insoluble Ash as a Natural Marker in Ruminant Digestibility Studies. *Journal Animal Science*. 44: 282-287.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Second Edition. Cornell University Press New York.

Submitted January 04, 2011 – Accepted July 08, 2011
Revised received November 07, 2011