

CAMBIOS ESTACIONALES EN CONSUMO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA DIETA SELECCIONADA POR NOVILLOS EN PASTOREO

Seasonal changes in intake, chemical composition and ruminal degradability of the diet selected by grazing steers

^{1*}Oswaldo Reyes-Estrada, ¹Manuel Murillo-Ortiz, ¹Esperanza Herrera-Torres, ²J Natividad Gurrola-Reyes, ¹Francisco Oscar Carrete-Carreón

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango al Mezquital km 11.5 Durango, Dgo. México.

*reyesosvaldo@hotmail.com

²CIIDIR-IPN, Unidad Durango.

Artículo científico recibido: 11 de junio de 2013, **aceptado:** 18 de febrero de 2014

RESUMEN. Se evaluaron los cambios estacionales en consumo, composición química y degradabilidad ruminal de la dieta seleccionada por novillos en un pastizal mediano en el norte de México. Para la obtención de las muestras se emplearon cuatro novillos fistulados del rumen (350 ± 3 kg PV). Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) para un diseño de bloques completos al azar. Los menores consumos de materia seca (MS) se registraron en invierno (4.43 kg d^{-1}) y primavera (4.54 kg d^{-1}) ($p > 0.05$). El mayor contenido de proteína cruda (PC) (10.49 %) y la más alta digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) (67.34 %) se registraron en verano ($p < 0.05$). Las mayores concentraciones de fibra detergente neutro (FDN) y de fibra detergente ácido (FDA) se observaron en invierno ($p < 0.05$). En primavera se presentó la menor fracción soluble "a" de la MS (16.38 %) y la mayor degradabilidad efectiva (DE, 55.34 %) en verano ($p < 0.05$). La degradabilidad potencial A+B (DP) de la FDN y la tasa constante de degradación "c" fueron diferentes entre épocas ($p < 0.05$). Los mayores parámetros de degradabilidad de la PC se registraron en verano y el menor valor de DE de la PC se presentó en el invierno (46.04 %; $p < 0.05$). Se concluye que el consumo, composición química y degradabilidad ruminal de la MS, FDN y PC de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo variaron en las estaciones del año.

Palabras clave: Apacentamiento, bovinos, dieta, *in situ*, valor nutritivo.

ABSTRACT. Seasonal changes in intake, chemical composition and ruminal degradability of the diet selected by steers in a medium-sized grassland in northern Mexico were evaluated. Samples were obtained from four rumen-fistulated steers (350 ± 3 kg BW). The data were analysed with an analysis of variance (ANOVA) and a completely randomised block design. The smallest intakes of dry matter (DM) were recorded in winter (4.43 kg d^{-1}) and spring (4.54 kg d^{-1}) ($p > 0.05$). The greatest content of crude protein (CP) (10.49 %) and the greatest *in vitro* digestibility of the organic matter (IVDOM) (67.34 %) were recorded in summer ($p < 0.05$). The greatest concentrations of neutral detergent fiber (NDF) and of acid detergent fiber (ADF) were observed in winter ($p < 0.05$). The smallest "a" soluble fraction of DM (16.38 %) was recorded in spring and the greatest effective degradability (ED) was recorded in summer (55.34 %) ($p < 0.05$). The A+B potential degradability (PD) of the NDF and the "c" degradation constant rate were different between seasons ($p < 0.05$). The greatest CP degradability parameters were recorded in summer and the smallest ED value of the CP was observed in winter (46.04 %; $p < 0.05$). It is concluded that the intake, chemical composition and ruminal degradability of the DM, NDF and CP of the diet selected by grazing steers changed throughout the year.

Key words: Bovines, diet, grazing, *in situ*, nutritive value.

INTRODUCCIÓN

En sistemas extensivos de cría de bovinos, el pastizal disponible es la fuente principal de nutrientes así como la forma más económica de alimentar al hato ganadero durante todo el año. No obstante, en estos sistemas la cantidad y calidad del forraje disponible, depende de las condiciones climáticas prevaletentes en cada época del año, así como del manejo del agostadero. En el norte de México como consecuencia de la fenología y de las mayores precipitaciones pluviales el máximo crecimiento de los pastos se presenta durante el verano y dependiendo de la prevalencia de las lluvias, hasta los inicios del otoño. Durante este periodo el ganado consume forraje de buena calidad que le permiten cubrir en la mayoría de los casos sus requerimientos nutricionales de proteína y energía (Murillo et al. 2013a). Sin embargo, con el avance de las estaciones del año y la disminución de las precipitaciones pluviales los pastos entran en fases de madurez y latencia las cuales se caracterizan por altos contenidos de fibra que disminuyen sustancialmente el consumo y digestibilidad de los pastizales (Villalobos et al. 2000, Gelvin et al. 2004). Estos cambios estacionales en combinación con el sobrepastoreo y la presencia de sequías prolongadas impactan negativamente el rendimiento productivo de los semovientes (Debela et al. 2011, Herrera et al. 2011a, Mijares-López et al. 2012), a un nivel que en algunas regiones del mundo los nutrientes que consumen los animales no garantizan su sobrevivencia (Murillo et al. 2013b). La suplementación alimenticia ha sido una de las estrategias para mitigar los efectos negativos de la deficiencia de nutrientes en el desempeño del ganado en pastoreo (Karn 2000). Sin embargo se requiere formular de manera equilibrada los nutrientes en función de los requerimientos del animal (Mendoza-Martínez et al. 2008). Por lo anterior, es pertinente evaluar los cambios estacionales en las variables que determinan la calidad nutritiva de la dieta seleccionada por rumiantes en pastoreo con la finalidad de contar con elementos técnico científicos para el diseño de programas estratégicos de suplementación alimenticia. En este estudio se asume que la estación

del año afecta variables que determinan la calidad nutritiva como son el consumo de forraje, la composición química y la degradabilidad ruminal de las principales fracciones nutricionales de la dieta de novillos en pastoreo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de la época del año sobre el consumo, composición química y degradabilidad ruminal de la dieta de novillos en pastoreo en un pastizal mediano de la región central del Estado de Durango, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El estudio se desarrolló en un pastizal mediano arbofruticosa de la región central del Estado de Durango, México (COTECOCA 1979). Localizado a 104° 32' LO y 24° 22' LN y 1938 msnm. El clima es seco templado con lluvias en verano (BS₁K), con temperatura media anual de 17.5 °C y precipitación pluvial de 450 mm (INEGI 2004). La vegetación en el área de estudio esta dominada por los pastos: rosado (*Melinis repens Willd*), mota (*Chloris virgata*), navajita (*Bouteloua gracilis*), tres barbas anual (*Aristida adscensionis*) y popotillo plateado (*Andropogon barbinodis*), además de hiuzaches (*Acacia tortuosa*), mezquites (*Prosopis juliflora*), nopales (*Opuntia* spp), gatuños (*Mimosa biuncifera*) y también hierbas anuales.

Animales

Para la toma de muestras de la dieta y heces fecales, se utilizaron cuatro novillos fistulados del rumen (350 ± 3 kg PV). Durante el estudio los animales tuvieron libre acceso a agua limpia y a una mezcla comercial de vitaminas y minerales.

Periodos de muestreo

Los periodos de muestreo abarcaron el ciclo vegetativo del pastizal. El muestreo se inició en el verano del año 2008 en el cual el pastizal se encuentra en su etapa de crecimiento y concluyó en la primavera del año 2009, cuando los pastizales están en la fase de latencia. Se realizaron tres periodos de muestreo por estación del año. Cada periodo tuvo una duración de 26 días, de los cuales 15 días

correspondieron al periodo de adaptación y 11 al periodo de muestreo.

Consumo voluntario y composición química de la dieta

Para determinar el consumo se utilizó la producción total de heces (PTH) y la fracción indigestible de la dieta. La PTH se obtuvo a partir del suministro vía cánula ruminal de 10 g animal d^{-1} de sesquióxido de cromo (Cr_2O_3) durante cada periodo de adaptación (Sánchez 1990). Los tres primeros días de cada periodo de muestreo se tomaron muestras de heces (200 g) directamente del recto de los animales a las cuales se les determinó la concentración de Cr_2O_3 . El consumo se determinó dividiendo la PTH entre la fracción indigestible de la MS (Villanueva et al. 2003).

Los días cuatro y cinco de cada periodo de muestreo (07:00) se evacuó el contenido ruminal de los novillos. El contenido ruminal se depositó en bolsas de polietileno negro, se pesaron y tomaron muestras de 300 g. Enseguida los novillos salieron a pastorear durante un periodo de 30 a 60 minutos. Concluido lo anterior de inmediato se tomaron directamente del rumen muestras de la dieta seleccionadas por los animales y el contenido ruminal previamente extraído se introdujo en el rumen de cada novillo (Cline et al. 2009). Las muestras obtenidas se secaron en una estufa de aire forzado (60 °C 48 h) y se molieron a un tamaño de malla de 1 y 2 mm para su posterior análisis químico y degradabilidad ruminal. Con el propósito de determinar la tasa de pasaje (kp) de la dieta, a las muestras de contenido ruminal se les determinó ceniza insoluble en ácido (CIA). La kp se obtuvo dividiendo el contenido de CIA de la dieta entre la CIA total del contenido ruminal (Ogden et al. 2005).

Degradabilidad ruminal de la dieta

El día siete de cada periodo de muestreo y durante el pastoreo de los novillos se incubaron 10 g de muestra en bolsas de nylon (10 x 20 cm, 53 \pm 10 μ m; ANKOM) en el rumen a las 96, 72, 48, 36, 24, 12, 6 y 0 h. Las bolsas se lavaron con agua hasta que ésta fue clara, luego las bolsas se secaron

en una estufa de aire forzado (60 °C 48 h). Con el modelo propuesto por Orskov y McDonald (1979) se estimaron los parámetros "a" (fracción soluble de MS, PC, y FDN); "b" (fracción degradable de MS, PC, y FDN); "c" (tasa constante de degradación de "b"), y la degradabilidad potencial (DP) de la MS, PC y FDN. Con los parámetros obtenidos, se estimaron las fracciones "a" y "b" de la FDN. La fracción "a" representa las pérdidas de partículas de la dieta por el lavado de las bolsas (tiempo 0) y "b" es la fracción insoluble pero degradable definida como $B = (a+b)-A$ (Khazaal et al. 1995). Para el cálculo de la degradabilidad efectiva (DE) de la MS, PC y FDN se empleó el modelo $DE = a+b*c/(c+kp)$, al cual se le incorporó los siguientes valores de kp: verano 2.43 % h^{-1} , otoño 2.11 % h^{-1} , invierno 1.57 % h^{-1} y primavera 1.53 % h^{-1} .

Análisis químicos

A las muestras de la dieta y a los residuos de la degradabilidad ruminal se les determinaron los contenidos de MS, MO, PC (AOAC 1994); FDN, FDA (Van Soest et al. 1991); digestibilidad *in vitro* de la MS y MO (Daisy^{II} ANKOM 2008). A las muestras de la dieta y de contenido ruminal se les determinó ceniza insoluble en ácido (CIA) (Keulen y Young 1977); y en las heces la concentración de Cr_2O_3 por espectrofotometría de absorción atómica (Jordon et al. 2002).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a un AN-DEVA para un diseño de bloques completos al azar, donde los tratamientos fueron las épocas del año y como bloques los meses dentro de las épocas. Para detectar diferencias entre medias se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Se utilizaron los procedimientos GLM y NLIN del SAS (2003).

RESULTADOS

Consumo y composición química de la dieta

El consumo de MS y MO de la dieta fue mayor en verano y otoño y los más bajos en invierno y primavera ($p < 0.05$). El contenido de PC, FDN y la DIVMO de la dieta variaron con las

estaciones del año ($p < 0.05$; Tabla 1).

Degradabilidad ruminal de la materia seca

No se observaron diferencias en la fracción soluble "a" de la MS en verano (20.51 %) y otoño (19.75 %; $p > 0.05$); ambas estaciones del año fueron diferentes al invierno (17.45 %) y primavera (16.38 %; $p < 0.05$). La fracción degradable "b" de la MS fue afectada por las estaciones del año ($p < 0.05$); se registró el valor más alto en verano (57.96 %) y el más bajo en primavera (39.85 %). También la tasa de degradación "c" de la MS de la dieta varió con las estaciones del año ($p < 0.05$); obteniéndose la tasa más rápida en verano (4.27 % h^{-1}) y la más lenta en invierno (1.89 % h^{-1}). La degradabilidad potencial (DP) de la MS de la dieta consumida más alta se registró en verano (78.48 %) y la más baja en invierno (57.31 %; $p < 0.05$); mientras que la degradabilidad efectiva (DE) de la MS fue diferente entre estaciones del año ($p < 0.05$; Tabla 2).

Degradabilidad ruminal de la FDN

Las pérdidas de FDN por lavado (fracción "a") en verano (5.61 %) y otoño (4.60 %) fueron iguales ($p > 0.05$); pero fueron diferentes a las observadas en invierno (2.53 %) y primavera (2.32 %; $p < 0.05$). La fracción degradable "b" y la tasa de degradación "c" de la FDN de la dieta consumida por los animales fueron afectadas por las estaciones del año ($p < 0.05$). También la DP de la FDN fue diferente entre estaciones del año ($p < 0.05$); registrándose los valores más altos en verano (54.08 %) y los más bajos en invierno (37.75 %). Los valores de la DE de la FDN más altos se obtuvieron en verano (33.90 %) y otoño (33.40 %) y los más bajos en invierno (23.61 %) y primavera (24.6 %) ($p < 0.05$; Tabla 3).

Degradabilidad ruminal de la PC

Los valores de la fracción soluble "a", degradable "b" así como la DP y la DE de la proteína de la dieta fueron afectados por las estaciones del año ($p < 0.05$). Los valores más altos de "a", "b", "DP" y "DE" se registraron en verano (33.49, 47.49, 80.99 y 61.83 %, respectivamente) y los más bajos en invierno (23.96, 39.78, 63.75 y 46.04 %,

respectivamente). La tasa de degradación "c" de la proteína más rápida se observó en verano (4.80 % h^{-1}) y la más baja en invierno (2.93 % h^{-1} , $p < 0.05$; Tabla 4).

DISCUSIÓN

Consumo y composición química de la dieta

Los resultados obtenidos en este estudio en el consumo y la selección de la dieta de rumiantes en pastoreo son explicados a partir de la interacción de factores tanto del animal como de las plantas, con las subsecuentes modificaciones del medio ambiente y la especie animal; así como la condición fisiológica, limitaciones físicas, comportamiento social y de pastoreo, experiencia previa de los animales y la retroalimentación metabólica (Chavez et al. 2000, Sorder et al. 2009, Drewnosky y Poore 2012, Funston et al. 2012).

Resultados similares a los registrados en este estudio en consumo de MS y MO de la dieta de bovinos en pastoreo a través del año se han reportado anteriormente (Sowell et al. 2003). Los altos consumos de MS (6.77 $kg\ d^{-1}$) y MO (6.42 $kg\ d^{-1}$) observados en bovinos en pastoreo durante el verano en comparación con el invierno (4.43 y 4.09 $kg\ d^{-1}$, respectivamente), se deben principalmente al mayor contenido de proteína y la disminución de la fracción de la fibra del forraje en esta estación del año (Bowman et al. 1999).

Grings et al. (2004) y Olson et al. (2002) reportan resultados similares a los del presente estudio en bovinos en pastoreo a través de las cuatro estaciones del año. Por su parte, Chávez y González (2009) señalan que la calidad nutritiva de la dieta consumida por bovinos en pastoreo en el norte de México durante el verano es de mejor calidad que la registrada en invierno y primavera y las diferencias las atribuyen a la fenología de los pastizales. En general, la ubicación geográfica, variaciones estacionales, especies vegetales disponibles y su madurez, contribuyen a las diferencias en la composición de nutrientes y digestibilidad de la dieta (Herrera et al. 2011b, Krizsan et al. 2012).

Tabla 1. Consumo y composición química de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo.

Table 1. Intake and chemical composition of the diet selected by grazing steers.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	eem
CMS (kg d ⁻¹)	6.77±0.24 ^a	6.28±0.06 ^a	4.43±0.02 ^b	4.54±0.06 ^b	0.15
CMO(kg d ⁻¹)	6.42±0.25 ^a	5.87±0.13 ^a	4.09±0.05 ^b	4.29±0.06 ^b	0.19
MO (%)	89.35±0.62 ^b	91.78±0.36 ^a	91.89±0.28 ^a	91.36±0.42 ^{ab}	0.59
PC (%)	10.49±1.20 ^a	7.26±0.35 ^b	4.53±0.18 ^d	5.49±0.23 ^c	0.94
FDN (%)	64.40±0.67 ^c	70.09±1.67 ^d	77.68±0.08 ^a	74.09±0.64 ^b	1.23
FDA (%)	46.74±1.37 ^c	50.49±0.78 ^b	57.65±0.19 ^a	56.13±0.43 ^a	1.01
DIVMO (%)	67.34±0.59 ^a	62.74±1.46 ^b	60.09±0.54 ^c	58.23±0.40 ^d	1.23

abcd: medias dentro de las hileras con diferente literal son diferentes (p < 0.05), eem: error estándar de la diferencia entre medias, CMS: consumo de materia seca, CMO: consumo de materia orgánica, MO: materia orgánica, PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, DIVMO: digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

Tabla 2. Parámetros de degradabilidad ruminal de la materia seca de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo.

Table 2. Parameters of ruminal degradability of the dry matter in the diet selected by grazing steers.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	eem
a (%)	20.51±1.04 ^a	19.75±0.30 ^a	17.45±1.03 ^c	16.38±0.10 ^d	0.81
b (%)	57.96±1.22 ^a	53.87±0.73 ^b	42.28±0.48 ^c	39.85±0.34 ^d	0.66
c (% h ⁻¹)	4.27±0.35 ^a	2.79±0.23 ^b	1.89±0.02 ^d	2.45±0.16 ^c	0.28
DP (%)	78.48±2.26 ^a	73.63±1.03 ^b	57.31±1.51 ^c	58.67±0.36 ^c	1.34
DE (%)	55.34±1.68 ^a	51.54±0.21 ^b	37.76±1.17 ^d	40.96±2.48 ^c	2.62

abcd: medias dentro de las hileras con diferente literal son diferentes (p < 0.05), eem: error estándar de la diferencia entre medias, a: fracción soluble, b: fracción degradable, c: tasa constante de degradación, DP: degradabilidad potencial, DE: degradabilidad efectiva.

Tabla 3. Fracciones de degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutro de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo.

Table 3. Fractions of ruminal degradability of the neutral detergent fiber in the diet selected by grazing steers.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	eem
A (%)	5.61±0.30 ^a	4.60±0.14 ^a	2.53±0.06 ^c	2.32±0.09 ^c	0.23
B (%)	48.46±0.71 ^a	45.99±0.35 ^b	35.20±0.14 ^d	38.50±0.20 ^c	0.48
c (% h ⁻¹)	3.47±0.12 ^a	2.49±0.18 ^b	1.67±0.09 ^d	2.26±0.02 ^c	0.14
DP (%)	54.08±1.01 ^a	50.59±0.43 ^b	37.75±0.20 ^d	40.83±0.18 ^c	0.69
DE (%)	33.90±1.32 ^a	33.40±0.41 ^a	23.61±1.34 ^b	24.64±0.44 ^b	1.31

abcd: medias dentro de las hileras con diferente literal son diferentes (p < 0.05), eem: error estándar de la diferencia entre medias, A: pérdidas de partículas por lavado de las bolsas, B: fracción insoluble degradable, c: tasa constante de degradación, DP: degradabilidad potencial, DE: degradabilidad efectiva.

Degradabilidad ruminal de la materia seca

En condiciones similares a las del presente trabajo Obeidat *et al.* (2002) encontró efectos de las estaciones del año sobre los parámetros de degradabilidad ruminal de la MS de la dieta consumida por bovinos en pastoreo y las diferen-

cias estacionales las atribuyen a los contenidos de proteína, fibra y lignina de la dieta consumida por los animales. Abebe *et al.* (2012) atribuye las diferencias en la degradabilidad ruminal a la especie consumida, así como a la fracción de la planta ingerida (hoja-tallo).

Tabla 4. Parámetros de degradabilidad ruminal de la proteína cruda de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo.

Table 4. Parameters of ruminal degradability of the crude protein in the diet selected by grazing steers.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	eem
a (%)	33.49±1.04 ^a	28.84±1.15 ^b	23.96±0.17 ^d	26.30±0.82 ^c	0.98
b (%)	47.49±1.19 ^a	41.51±1.15 ^c	39.78±0.39 ^d	43.61±0.80 ^b	1.10
c (% h ⁻¹)	4.80±0.41 ^a	4.17±0.11 ^b	2.93±0.06 ^c	3.41±0.16 ^{bc}	0.27
DP (%)	80.99±2.22 ^a	70.36±2.31 ^b	63.75±0.42 ^d	69.92±1.61 ^c	2.04
DE (%)	61.83±0.88 ^a	656.91±1.08 ^b	46.04±0.28 ^d	48.00±0.64 ^c	1.04

abcd: medias dentro de las hileras con diferente literal son diferentes ($p < 0.05$), eem: error estándar de la diferencia entre medias, a: fracción soluble, b: fracción degradable, c: tasa constante de degradación, DP: degradabilidad potencial, DE: degradabilidad efectiva.

Degradabilidad ruminal de la FDN

Funk *et al.* (1987) y Fredrickson *et al.* (1993) reportan parámetros de degradabilidad de la FDN de la dieta consumida por bovinos en pastoreo más altos en verano comparados con el invierno. Las diferencias observadas en este estudio, entre estaciones del año en las fracciones de degradabilidad de la FDN están asociadas al incremento de las fracciones indigeribles de la dieta seleccionada por los animales (Gelvin *et al.* 2004). Ya que la hemicelulosa y la lignina forman una red hidrofóbica, en la cual las micro-fibrillas de celulosa están impregnadas y dicha red restringe el acceso de las bacterias y de enzimas celulolíticas hacia las micro-fibrillas (Basurto *et al.* 2012).

La fracción de la FDN de la dieta consumida por bovinos en pastoreo que se pierde debido al lavado de las bolsas (fracción "a"), se utiliza como un indicador de la calidad nutritiva del forraje consumido por los rumiantes en pastoreo a través de las estaciones del año.

Degradabilidad ruminal de la PC

Varios trabajos reportan resultados similares a los obtenidos en este estudio en las fracciones de degradabilidad de la dieta consumida por bovinos en pastoreo y las diferencias entre estaciones del año las atribuyen al nivel de lignificación de los pastizales el cual impide el acceso de la proteasas microbianas a la proteína disponible de la dieta (Cambell y McCollum 1989, Hirschfeld *et al.* 1996, Foster *et al.* 2007). El comportamiento de la degradabilidad

ruminal durante el verano es explicado en función del incremento en la fracción soluble y la tasa de degradación de la PC lo cual da como resultado el aumento en la DE de la PC (Soto-Navarro *et al.* 2012).

Aunque en las estaciones del año evaluadas en este estudio, los valores de la fracción soluble de la proteína "a" se mantuvieron en los rangos recomendados para una óptima asimilación del nitrógeno amoniacal por los microorganismos ruminales, la DE de la PC de la dieta indica bajos aportes de proteína de sobrepaso. Lo anterior es de importancia puesto que para los rumiantes en pastoreo el suministro de proteína de sobrepaso es esencial para cubrir sus necesidades de proteína metabolizable. En el caso de la fracción soluble "a", un criterio que se toma en cuenta para determinar si esta fracción se encuentra en un rango aceptable para que el N-NH₃ ruminal se asimile óptimamente por los microorganismos ruminales, es que no exceda 40 % de la DE de la PC del forraje, lo cual indica que la capacidad de captura de nitrógeno amoniacal por los microorganismos ruminales fue sobrepasado (AFRC 1993).

CONCLUSIONES

Se concluye que el consumo, composición química y degradabilidad ruminal de la MS, FDN y PC de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo variaron en las estaciones del año. Los resultados obtenidos en este estudio denotan que durante el

invierno y primavera el ganado se encuentra bajo un estado de tensión nutricional que implica la utilización de grasa corporal como fuente alterna de energía en el ganado lo que refleja un balance energético negativo y por ende pérdida de la condición corporal del ganado, lo que a su vez propicia bajos índices productivos y reproductivos de los hatos ganaderos. Con el fin de evitar las pérdidas productivas y optimizar la utilización de los recursos naturales, es necesario que durante el invierno y primavera se aplique un programa estratégico de suplementación proteico-energético al hato ganadero, en función de los resultados obtenidos y requerimientos nutricionales por etapa, tomando en cuenta el

suministro de minerales durante todo el año.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo brindado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al Gobierno del Estado de Durango a través del Fondo Mixto (FOMIX) para la realización de esta investigación. Proyecto DGO-2007-CO1-65559.

Al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango-Gobierno del Estado de Durango, por el apoyo recibido a través de la Beca de Promoción a Jóvenes Doctores para su Incorporación al Sistema Nacional de Investigadores.

LITERATURA CITADA

- Abebe A, Tolera A, Holand Ø, Ådmøy T, Eik LO (2012) Seasonal variation in nutritive value of some browse and grass species in Borana rangeland, Southern Ethiopia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 15: 261-271.
- AFRC (1993) Energy and Protein Requirements of Ruminants. In: Alderman, G., R. Cottrill. An Advisory manual prepared by AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International, Wallingford, UK. pp: 134-139.
- ANKOM Technology (2008) Procedures for *in vitro* true digestibility. NY, USA. http://www.ankom.com/media/documents/IVDMD_0805_D200.pdf. Fecha de consulta 14 de febrero de 2014.
- AOAC (1994) Official Methods of Analysis. Vol II 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists International. Gaithersburg, Maryland. Chapter 32: 24-32.
- Basurto GR, Escamilla MA, Moya VS, Ramírez RE, Becerra BJ (2012) Composición química, digestibilidad y cinética ruminal de la digestión de residuos agrícolas tratados con explosión de calor. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 3(4): 407-425.
- Bowman JGP, Sowell BF, Boss DL, Sherwood H (1999) Influence of liquid supplement delivery method on forage and supplement intake by grazing beef cows. *Animal Feed Science and Technology* 80(78): 273-285.
- Campbell RR, McCollum FT (1989) The effect of advancing season on forage digestibility and ruminal fermentation in cattle grazing on tallgrass prairie. *Oklahoma Agricultural Experiment Station Misc. Publ* 125: 48-51.
- Chávez SAH, González GF (2009) Estudios Zootécnicos (Animales en Pastoreo). In: Chávez SAH (ed). *Rancho Experimental La Campana, 50 años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. pp. 113-206.
- Chávez SAH, Pérez GA, Sánchez GEJ (2000) Intensidad de pastoreo y esquema de utilización en la selección de la dieta del ganado bovino durante la sequía. *Técnica Pecuaria México* 8(1): 19-34.

- Cline HJ, Neville BW, Lardy GP, Caton JS (2009) Influence of advancing season on dietary composition, intake, site of digestion, and microbial efficiency in beef steer grazing a native range in western North Dakota. *Journal of Animal Science* 87: 375-383.
- COTECOCA (1979) Durango. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero. Editorial Calypso. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos. Durango, México. pp: 82-89.
- Debela E, Tolera A, Eik LO, Salte R (2011) Nutritive value of morphological fractions of *Sesbania sesban* and *Desmodium intortum*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14: 793-805.
- Drewnoski ME, poore MH (2012) Effects of supplementation frequency on ruminal fermentation and digestion by steers fed medium-quality hay and supplemented with a soybean hull and corn gluten feed blend. *Journal of Animal Science* 90: 881-891.
- Foster JJ, Muir JP, Lambert BD, Pawelek D (2007) *In situ* and *in vitro* degradation of native Texas warm-season legumes and alfalfa in goats and steers fed a sorghum-sudan basal diet. *Animal Feed Science and Technology* 133: 228-239.
- Fredrickson EL, Galyean ML, Branine ME, Sowell B, Wallace JD (1993) Influence of ruminally dispensed monensin and forage maturity on intake and digestion. *Journal of Range Management* 46: 214-220.
- Funk MA, Galyean ML, Branine ME, Krysl LJ (1987) Steers grazing blue grama rangeland throughout the growing season. I. Dietary composition, intake, digesta kinetics and ruminal fermentation. *Journal of Animal Science* 65: 1342-1353.
- Funston RN, Summers AF, Roberts AJ (2012) Alpha beef cattle nutritional symposium: Implications of nutritional management for beef cow-calf systems. *Journal of Animal Science* 90: 2301-2307.
- Gelvin AA, Lardy GP, Soto-Navarro SA, Landblom DG, Caton JS (2004) Effect of field pea-based creep feed on intake, digestibility, ruminal fermentation, and performance by nursing calves grazing native range in western North Dakota. *Journal of Animal Science* 82: 3589-3599.
- Grings EE, Shorth MR, Haferkamp MR, Heitschmidt RK (2004) Late summer protein supplementation for yearling cattle. *Journal of Range Management* 57: 358-364.
- Herrera CJ, González GF, Carrete CFO, Naranjo JN, Pereda-Solís ME, Herrera AY (2011b) Composition and quality of cattle diet under extensive grazing on grasslands in northern Mexico. *Journal of Animal Veterinary Advances* 10(21): 2831-2837.
- Herrera CJ, Herrera AY, Carrete CFO, Almaraz AN, Naranjo JN, González GF (2011a) Cambio en la población de gramíneas en un pastizal abierto bajo sistema de pastoreo continuo en el norte de México. *Interciencia* 36(4): 300-305.
- Hirschfeld DJ, Kirby DR, Caton JS, Silcox SS, Olson KC (1996) Influence of grazing management on intake and composition of cattle diets. *Journal of Range Management* 49: 257-263.
- INEGI (2004) Cuaderno Estadístico Municipal, Durango. Estado de Durango. México.
- Jordon DJ, Klopfenstein TJ, Adams DC (2002) Dried poultry waste for cows grazing low-quality winter forage. *Journal of Animal Science* 80: 818-824.
- Karn JF (2000) Supplementation of yearling steers grazing Northern Great Plains Rangeland. *Journal of Range Management* 53(2): 170-175.
- Keulen JV, Young BA (1977) Evaluation of acid insoluble ahs as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science* 44: 224-287.

- Khazaal K, Dentinho MT, Ribeiro JM, Orskov ER (1995) Prediction of apparent digestibility and voluntary intake of hay fed to sheep: comparison between characteristics of gas production or nylon bag degradation. *Animal Science* 61: 527-538.
- Krizsan SJ, Nyholm L, Nousiainen J, Südekun H, Huhtanen P (2012) Comparison of *in vitro* and *in situ* methods in evaluation of forage digestibility in ruminants. *Journal of Animal Science* 90: 3162-3173.
- Mendoza-Martínez GD, Plata-Pérez FX, Espinosa-Cervantes R, Lara-Bueno A (2008) Manejo nutricional para mejorar la eficiencia de utilización de la energía en bovinos. *Universidad y Ciencia* 24(1): 75-87.
- Mijares-López H, Hernández-Mendo O, Mendoza-Martínez G, Vargas-Villamil L, Aranda-Ibañez E (2012) Cambio de peso de toretes en pastoreo en el trópico: Respuesta a suplementación con bloque multinutricional. *Universidad y Ciencia* 28(1): 39-49.
- Murillo OM, Reyes EO, Herrera TE, Martínez GJH, Villareal RG (2013a) Annual and seasonal variation in nutritive quality and ruminal fermentation patterns of diets in steers grazing native rangelands. *African Journal of Agricultural Research* 8(33): 4408-4413.
- Murillo OM, Reyes EO, Herrera TE, Villareal RG (2013b) Composición química y fermentación ruminal de la dieta por bovinos en pastoreo en un pastizal nativo del oriente de Durango. *Abanico Veterinario* 3(2): 12-21.
- Obeidat BS, Thomas MG, Hallford DM, Keisler DH, Petersen WD, Bryant WD, Garcia MD, Narro L, Lopez R (2002) Metabolic characteristics of multiparous Angus and Brahman cows grazing in the Chihuahua Desert. *Journal of Animal Science* 80: 2223-2233.
- Ogden RK, Coblenz WK, Coffey KP, Turner JE, Scarbrough DA, Jennings JA, Richardson MD (2005) Ruminal *in situ* disappearance kinetics of dry matter and fiber in growing steers for common crabgrass forages sampled on seven dates in northern Arkansas. *Journal of Animal Science* 83: 1142-1152.
- Olson KC, Jaeger JR, Brethour JR, Avery T B (2002) Steers nutritional response to intensive-early stocking on shortgrass rangelands. *Journal of Range Management* 55: 222-228.
- Orskov ER, McDonald I (1979) The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 92: 499-503.
- Sánchez GEJ (1990) Técnicas para medir el consumo voluntario de forraje por rumiantes en condiciones de pastoreo libre. In: Castellanos A, Llamas G, Shimada AS (ed.). *Manual de Técnicas de Investigación en Ruminología*. Capítulo XII. Sistema de Educación Continua en la Producción Animal en México. México. pp: 159-171.
- SAS (2003) SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.
- Sorder KJ, Gregorini P, Scaglia P, Rook AJ (2009) Dietary selection by domestic grazing ruminants in temperate pastures: Current state of knowledge, methodologies, and future direction. *Rangeland Ecology Management* 62(5): 389-398.
- Soto-Navarro SA, Encinas AM, Bauer ML, Lardy GP, Caton JS (2012) Feeding value of field pea as a protein source in forage-based diet fed to beef cattle. *Journal of Animal Science* 90: 585-591.
- Sowell BF, Bowman JGP, Gring EE, MacNeil M (2003) Liquid supplement and forage intake by range beef cows. *Journal of Animal Science* 81: 294-303.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 74: 35-83.

- Villalobos GC, González VE, Ortega SJA (2000) Técnicas para estimar la degradación de la proteína y materia orgánica en el rumen y su importancia en rumiantes en pastoreo. *Técnica Pecuaria México* 38(2): 119-134.
- Villanueva JF, Bustamante JJ, Bonilla JA, Rubio JV (2003) Nutritional value of diet and forage and nutrient intake by grazing cattle of evergreen seasonal forest ecosystem. In: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatan editors. *Proc Sixth International Symposium on the Nutrition Herbivores*. México. 467 p.