



Efecto del pastoreo, corte y riego en la producción y valor nutritivo de zacate Buffel



Cristian Lizarazo-Ortega ^{a*}

Guadalupe Rodríguez-Castillejos ^b

Hugo Bernal-Barragán ^c

Erasmus Gutiérrez-Ornelas ^c

Emilio Olivares-Sáenz ^c

José Luis Hernández-Mendoza ^a

^a Instituto Politécnico Nacional. Centro de Biotecnología Genómica. Boulevard del Maestro SN, 88700, Col. Narciso Mendoza. Reynosa, Tamaulipas.

^b Universidad Autónoma de Tamaulipas. Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán. Reynosa, Tamaulipas.

^c Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. Ciudad General Escobedo, Nuevo León.

*Autor de correspondencia: clizarazu@ipn.mx

Resumen:

El objetivo del estudio fue determinar el efecto del tipo y la intensidad de utilización de pasto buffel cultivado en condiciones naturales de lluvia o riego en la producción y valor nutritivo de la materia seca. Dieciséis parcelas (cada una de 64 m²) fueron pastoreadas por ganado Charolais para obtener una intensidad de utilización del 50 % (G50%) o de 75 % (G75%). Ocho parcelas (40 m² cada una) se recortaron a mano hasta 50 % (H50%). La cosecha anual de forraje fue mayor ($P \leq 0.05$) para G50 que para H50 (1,491 vs 954 kg de MS/ha). No se encontraron diferencias ($P \geq 0.05$) en la producción de materia seca por hectárea entre G50 y G75 (1,707 vs 954 kg de MS/ha). El riego aumentó un 22 % ($P \leq 0.05$) la producción de materia seca comparado con secano (1,524 vs 1,245 kg de MS/ha). No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) debido al tipo y la intensidad de utilización en el contenido de PC, NDF y ADF, sin embargo, la ADF aumentó ($P \leq 0.05$) en las parcelas

irrigadas. De la misma manera la digestibilidad *in vitro* de la MS fue mayor ($P \leq 0.05$) en H50 que en las parcelas de pastoreo G50 y G75 (55.7, 53.0 y 52.7%). Se concluye que la producción de zacate buffel se incrementó con el pastoreo, pero la DIVMS fue mejor en el forraje recortado manualmente.

Palabras clave: Pastoreo, Riego, Secano, Buffel.

Recibido: 15/09/2020

Aceptado: 06/06/2024

Introducción

Para los ganaderos es de gran importancia el uso racional del recurso forrajero; una de las especies de gramíneas que prevalecen es el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L); esta gramínea se cultiva ampliamente en zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo debido a su alta tolerancia a la sequía y la capacidad para soportar el pastoreo intensivo⁽¹⁾. Su desarrollo en el semiárido Noreste de México se intensificó y alcanzó a partir de su introducción, en la década de los cincuenta del siglo XX; al menos 500,000 ha en el estado de Nuevo León⁽²⁾.

Durante el pastoreo, el forraje no se remueve uniformemente de todos los tallos, como ocurre con el cosechado por corte mecánico⁽³⁾. Además, los animales producen efectos indirectos como compactación del suelo y reciclaje de nutrientes provenientes de estiércol y orina⁽⁴⁾. Por otro lado, la intensidad de corte puede generar diferencias en la actividad fotosintética influyendo en la producción de biomasa⁽⁵⁾. La determinación de la cantidad óptima de forraje residual es de importancia fundamental para establecer los límites del pastoreo, cuidando que la planta conserve suficiente forraje para una adecuada producción y almacenamiento de reservas para el próximo rebrote; además, la producción de los forrajes depende en gran parte del agua que se almacena en el suelo y llega a éste a través de la lluvia o el riego. De la misma manera al intensificar el pastoreo, se promueve la repoblación de tallos y los mayores valores se pueden presentar con una intensidad media y alta de pastoreo⁽⁶⁾. El objetivo del presente trabajo, fue evaluar el efecto de diferentes condiciones de pastoreo, corte y riego sobre la producción y valor nutritivo de zacate buffel.

Material y métodos

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUNL), ubicado a 25° 52' N y 100° 03' O, y con una altitud sobre el nivel del mar de 393 m. Los reportes de los últimos 10 años de la estación meteorológica de la FAUANL indican que la temperatura promedio para el mes

de septiembre (fecha de inicio del experimento), fue ligeramente superior a la del presente trabajo (26.3 °C). El promedio para el mes de enero, en el cual se registraron las temperaturas más bajas, fue de 14.1 °C y el promedio mensual máximo corresponde a junio con 29.4 °C.

La precipitación total en el período de duración del presente trabajo fue de 386 mm. Para los últimos 10 años, la estación registró una precipitación promedio de 355 mm, 8 % menor a los registrados en el presente trabajo. Los suelos son de tipo calcáreo y la textura de franco arenosa a franco arcillosa.

El experimento se realizó durante 10 meses distribuidos en dos años calendario (septiembre a julio); en virtud de lo anterior se tienen tres registros; el primero en el otoño del primer año (O1A) y el segundo y tercero en el verano (V2A) y otoño del segundo año (O2A). De un total de 24 parcelas, la mitad recibió riego (R) y la otra mitad se utilizó en condiciones de secano (S). De las 12 parcelas utilizadas en condiciones de secano, cuatro recibieron pastoreo moderado, al 50 % de utilización (PA 50), otras cuatro parcelas recibieron pastoreo intenso, al 75 % de utilización (PA 75), y las cuatro restantes recibieron corte moderado, al 50 % de utilización (CO 50); en todos los casos el pastoreo fue continuo. Las parcelas de pastoreo tuvieron dimensiones de 8 x 8 m (64 m²) mientras que las parcelas de corte midieron 8 x 5 m (40 m²). Las 12 parcelas de riego se asignaron a los tratamientos anteriores, pero con aplicación de 70 mm de agua de riego por cada m² en dos fechas: primero al inicio del otoño y segundo al inicio de la primavera.

La intensidad de pastoreo al 50 % de utilización del forraje disponible se consiguió utilizando dos animales de la raza Charolais; los animales fueron machos de dos años con un peso aproximado de 400 kg. Para el pastoreo al 75 % de utilización de la materia seca disponible se utilizaron tres animales con características similares. El corte al 50 % de utilización se realizó en forma manual a la par que el pastoreo de las parcelas. Se realizó un primer corte para uniformar las parcelas (PC) y dos meses después se aplicaron los tratamientos (corte de otoño del primer año; O1A) posteriormente (5 meses después) se realizó un corte en verano (V2A) y finalmente otro en otoño del segundo año (5 meses después, O2A)

Para determinar la materia seca por hectárea (MS/ha) de forraje disponible antes de cada utilización (Pre), en cada parcela se registró la cantidad de forraje en dos áreas de un metro cuadrado, tomadas al azar, cortando el zacate a nivel del suelo para pesarlo inmediatamente. Posterior al corte o pastoreo, se registraron los datos correspondientes a después de corte o pastoreo (Post).

Las muestras secas se molieron en un molino Willey con criba de 2 mm y se guardaron a temperatura ambiente para realizar los análisis químicos. La cantidad de materia seca de forraje en cada parcela experimental antes (Pre) y después (Post) de la utilización (corte o pastoreo) se determinó al pesar y secar en una estufa a 62 °C por 48 h una muestra representativa del forraje cortado. La producción de forraje se calculó como la diferencia

de la cantidad registrada después de cada utilización (post) y antes (pre) de la siguiente. La intensidad de utilización se calculó al dividir la cantidad de forraje registrada después (post) de cada utilización y antes (pre) de la misma.

Las muestras de zacate de las parcelas de corte y pastoreo se analizaron para determinar su contenido de materia seca, cenizas⁽⁷⁾ y proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl⁽⁸⁾. El contenido de fibra neutro detergente (NDF) y de fibra ácido detergente (ADF) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), también fueron analizados^(9,10).

Durante los 10 meses que duró el experimento, se determinó quincenalmente el contenido de humedad del suelo. Para ello se seleccionó al azar un sitio de cada parcela y con la ayuda de una barrena se extrajo una muestra de suelo a 30 cm de profundidad. Las muestras obtenidas se colocaron en frascos de vidrio, se pesaron en una balanza y se llevaron a una estufa a 100 °C por 48 h, posteriormente se pesaron para calcular el contenido y la humedad gravimétrica⁽¹¹⁾.

$$\text{Humedad gravimétrica}(\%) = \frac{\text{Masasuelohúmedo} - \text{masasueloseco}}{\text{masasueloseco}} \times 100$$

Los resultados obtenidos se analizaron bajo un diseño de bloques divididos; dicho arreglo se utiliza cuando se evalúan dos factores y los dos se pueden evaluar más fácilmente en parcelas grandes. Se utilizó el programa SPSS⁽¹²⁾. Se evaluó el efecto del tipo de utilización (corte y pastoreo), así como las intensidades de utilización (50 y 75 % de utilización) y niveles de humedad (riego y seco), sobre la producción de materia seca y valor nutritivo de pasto buffel. Para cada tratamiento se tuvieron cuatro repeticiones. El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + L_j + E_{ij}(a) + H_k + E_{ik}(b) + (LH)_{jk} + E_{ijk}(c)$$

Y_{ijk} es la observación en el tipo o intensidad j en el nivel k de humedad en el bloque i;

μ es la media verdadera general;

β_i es el efecto del bloque i. i = 1,2 r;

L_j es el efecto del nivel j de tipo o intensidad, j = 1,2 a;

E_{ij}(a) es el error experimental de la ij-ésima parcela para los tipos o intensidades;

H_k es el efecto del nivel k de humedad. k= 1,2 b;

E_{ik}(b) es el error experimental de la ik-ésima parcela para niveles de humedad;

LH_{jk} es el efecto de la interacción del tipo o intensidad j y la humedad k;

E_{ijk}(c) es el error experimental de la ijk-ésima subparcela.

Resultados

En el Cuadro 1 se presentan los datos previos a la asignación de cada tratamiento, la cantidad de forraje que se utilizó en el primer tratamiento (PC) y su residuo. Lo que

inicialmente se planificó como PA 50, CO 50 y PA 75 resultó en la utilización de PC en tasas reales de utilización de 57 % para pastoreo moderado, 54 % para corte moderado y 71 % (69 % en seco y 73 % en riego) para pastoreo intenso ($P \leq 0.05$).

Cuadro 1: Forraje disponible, residual y utilizado, así como intensidad de utilización, de las parcelas asignadas a cada tratamiento, previo al inicio del experimento (kg MS/ha)

Factor	Forraje disponible	Forraje residual	Forraje utilizado	% Utilización
PA 50	4,167 ^a	1,805 ^a	2,362 ^a	57 ^b
CO 50	3,892 ^a	1,792 ^a	2,100 ^a	54 ^b
PA 75	3,974 ^a	1,172 ^a	2,802 ^a	71 ^a

PA 50= pastoreo moderado al 50 % de utilización; CO 50= corte moderado al 50 % de utilización; PA 75= pastoreo intensivo al 75 % de utilización.

^{ab} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

En el Cuadro 2 se presentan los datos de forraje disponible, residual y utilizado entre los tres periodos en los que se dividió el experimento, otoño del primer año, verano del segundo año y el otoño del segundo año. El forraje disponible para la utilización de O1A, fue similar ($P > 0.05$) para las parcelas asignadas a los diferentes tratamientos; la cantidad de forraje residual fue diferente ($P \leq 0.05$) para PA 50, CO 50 y PA 75.

Cuadro 2: Forraje disponible, residual y utilizado, así como intensidad de utilización, según el tipo, intensidad de utilización (kg MS/ha)

Factor	Forraje disponible	Forraje residual	Forraje utilizado	% Utilización
Otoño del primer año=O1A				
PA 50	2365 ^a	822 ^a	1543 ^a	64 ^a
CO 50	1809 ^a	509 ^b	1300 ^a	72 ^a
PA 75	1842 ^a	557 ^b	1285 ^a	70 ^a
Segundo y tercer corte en el verano= V2A				
PA 50	3147 ^a	1397.5 ^a	1749.5 ^a	56 ^b
CO 50	2425 ^a	1077 ^a	1348 ^a	56 ^b
PA 75	2871 ^a	737.5 ^a	2134.5 ^a	74 ^a
Otoño del segundo año= O2A				
PA 50	3581 ^a	1663 ^a	1919 ^a	54 ^a
CO 50	2895 ^a	1476 ^a	1419 ^a	49 ^a
PA 75	3636 ^a	1294 ^a	2343 ^a	65 ^a

PA 50= pastoreo moderado al 50 % de utilización; CO 50= corte moderado al 50 % de utilización; PA 75= pastoreo intensivo al 75 % de utilización.

^{ab} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

En la utilización de V2A, lo que inicialmente se planificó como PA 50, CO 50 y PA 75 resultó en tasas reales de utilización de 56 % para pastoreo moderado, 56 % para corte moderado y 74 % para pastoreo intenso ($P \leq 0.05$). Para la utilización de O2A las

cantidades de forraje disponible antes (Pre) de la utilización fueron similares ($P>0.05$) para PA 50 y PA 75, y CO 50. En esa misma época, lo que inicialmente se planificó como PA 50, CO 50 y PA 75 resultó en tasas reales de utilización de 54 % para pastoreo moderado, 49 % para corte moderado y 65 % para pastoreo intenso ($P\geq 0.05$).

En promedio para los 10 meses de duración del experimento lo que inicialmente se planificó como PA 50, CO50 y PA75, resultó en tasas reales utilización de 57 % para pastoreo moderado, 58 % para corte moderado y 70 % para pastoreo intenso.

La producción de forraje en el período entre el primer corte (PC) y otoño primer año (O1A), entre O1A y el verano del segundo año (V2A) y finalmente entre el V2A y el otoño del segundo año (O2A), para cada uno de los seis tratamientos establecidos se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Producción de zacate buffel según tipo, intensidad de utilización (kg MS/ha)

Factor	PC-O1A	O1A-V2A	V2A-O2A	Total
PA 50	559 ^a	1,604 ^a	2,184 ^a	4347 ^a
CO 50	18 ^b	1,280 ^a	1,818 ^a	3,115 ^b
PA 75	670 ^a	1,587 ^a	2,899 ^a	5,155 ^a

PA 50= pastoreo moderado al 50 % de utilización; CO 50= corte moderado al 50 % de utilización; PA 75= pastoreo intensivo al 75 % de utilización.

^{ab} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P\leq 0.05$).

La producción de forraje registrada de acuerdo con el tipo de utilización (corte o pastoreo moderados), entre PC y O1A (2 meses) fue mínima, al presentarse un descenso en la temperatura y en la humedad del suelo por una ausencia de precipitación. En el período O1A y V2A, así como entre V2A y O2A, la producción de forraje bajo las dos tipos e intensidades de pastoreo fue similar ($P\geq 0.05$).

Para las tres épocas de utilización, las parcelas utilizadas en pastoreo moderado (PA 50) produjeron en promedio 26 % más forraje ($P<0.05$) que CO 50. De la misma manera el total de forraje producido en pastoreo más intenso (75%) fue 16 % mayor ($P>0.05$) que el producido en pastoreo moderado (50%).

En el Cuadro 4, se presentan los valores de producción de forraje bajo riego y seco. En el período de PC y O1A (2 meses), se registró una mayor producción de forraje ($P\leq 0.05$) en parcelas de riego, con respecto a las parcelas de seco (890 vs -59 kg MS/ha). Lo anterior se puede explicar, ya que aún con un descenso en la temperatura en los meses de otoño (para el mes de noviembre se registraron valores promedios de 13 °C), la humedad en el suelo se incrementó de manera considerable en las parcelas irrigadas, (los valores para humedad del suelo fueron del 23 % en parcelas de riego, comparados con valores de 13 % en parcelas de seco).

Cuadro 4: Producción de zacate buffel según el nivel de humedad (kg MS/ha)

Factor	PC-O1A	O1A-V2A	V2A-O2A	Total
Riego	890 ^a	1514 ^a	2272 ^a	4676 ^a
Secano	-59 ^b	1466 ^a	2328 ^a	3735 ^b

^{ab} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

El efecto del riego se vio principalmente en el periodo desde el PC (primer corte para uniformizar las parcelas) hasta el O1A y en el total para todo el periodo (Cuadro 4). Para el O1A-V2A y para V2A-O2A la producción de materia seca, tanto en riego como en secano fueron similares. La precipitación total para los 10 meses fue de 386 mm; los niveles más altos se presentaron en la semana 4 del mes de octubre del O1A con 55 mm y entre mayo y junio del segundo año, justo antes del corte del V2A, con precipitaciones que variaron entre 16 y 116 mm. La presencia de lluvias en esa época del año igualó estos dos marcadores. En total para los tres periodos en los años de estudio, por efecto del riego se produjo 21 % más forraje ($P < 0.05$) que en las parcelas de secano.

La interacción de los factores indicó que la mayor producción total de forraje (10 meses de duración en dos años calendario) correspondió al pastoreo más intenso que recibió riego con 5,585 kg MS/ha, el pastoreo al 50 % con riego produjo 4,896 kg y el pastoreo intenso en secano produjo 4,622 kg. Las menores producciones de forraje se presentaron en el corte moderado en secano y riego con 2,788 y 3,444 kg, respectivamente. No hubo diferencias estadísticas para la interacción de los factores.

En el Cuadro 5 se presentan los valores promedios nutricionales de zacate buffel antes y después del pastoreo en cada uno de los tratamientos establecidos. Se incluyen en el cuadro los tratamientos tanto en secano como en riego.

Cuadro 5: Valores promedio para todo el experimento, de proteína cruda PC, fibra detergente neutro NDF y ácido ADF y digestibilidad *in vitro* de la materia seca DIVMS, de zacate buffel según tipo, intensidad de utilización y el nivel de humedad

Factor	Nivel de humedad	PC		NDF		ADF		DIVMS	
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
PA 50	Secano	6.7	6.6	74.3	79.6	43.8	46.0	53.4	49.9
PA 50	Riego	6.7	6.4	77.7	78.5	46.2	47.7	52.6	48.5
CO 50	Secano	6.8	5.9	75.6	77.1	43.9	45.3	56.0	52.2
CO 50	Riego	6.7	6.5	76.9	76.0	45.3	47.5	54.9	49.1
PA 75	Secano	7.4	5.4	73.9	79.2	43.7	46.1	53.0	50.6
PA 75	Riego	6.8	6.5	73.7	78.5	45.3	47.1	52.5	46.6

PA 50= pastoreo moderado al 50 % de utilización; CO 50= corte moderado al 50 % de utilización; PA 75= pastoreo intensivo al 75 % de utilización ($P > 0.05$).

No se registraron diferencias significativas para PC ni antes ni después del pastoreo en ninguna de las épocas el año. La diferencia de PrC en parcelas sometidas a riego en comparación con praderas de secano no fue significativa. El contenido de NDF de forraje producido en parcelas de secano e irrigadas, fue mayor después de la utilización que antes de la misma, para todas las épocas del experimento (Cuadro 5). De otro lado, el contenido de NDF, para forraje en PA 50, CO 50 y PA 75, fue mayor después de cada utilización (post), respecto a los valores encontrados antes (pre) de la misma, en todas las épocas de estudio. Posterior a la utilización el contenido de NDF de zacate en las parcelas cortadas fue menor al de las parcelas pastoreadas. El valor más alto para NDF se registró en PA 50 después de la utilización en praderas de secano en el V2A con 80.9 %. Los valores más bajos de NDF se registraron en PA 75 antes de la utilización en el O1A del primer año de estudio y en el O2A con 73.7 %.

Para las tres épocas del año y en promedio del período completo de estudio, el contenido de NDF antes de la utilización fue menor al registrado después de la misma, para tipo e intensidad de utilización. La proporción de tallos es mayor a las de las hojas después que las plantas son pastoreadas o cortadas.

Para NDF se resalta que, en el otoño del segundo año de estudio (datos no mostrados), el contenido de NDF en el zacate antes de su utilización fue similar ($P>0.05$) para PA 50, CO 50 y PA 75 con 75.6, 75 y 74.9 % respectivamente. Después de la utilización, CO 50 registró valores inferiores de NDF ($P<0.05$), a los de PA 50 y PA 75 (76.5, 79.1 y 78.8 % respectivamente).

El contenido de ADF de zacate en parcelas PA 50, CO 50 y PA 75, fue menor antes que después de la utilización, tanto para riego como para secano, en todas las épocas de los dos años de estudio, aunque no existieron diferencias estadísticas. De manera general antes de la utilización, el contenido promedio de ADF de las parcelas de secano fue de 43.8 % y el de parcelas irrigadas 45.6 % ($P<0.05$). Después de la utilización el contenido promedio de ADF en secano fue de 45.8 y en riego fue de 47.4 ($P<0.05$). El valor más alto para ADF se registró en parcelas de CO 50 sometidas a riego después de la utilización en el O1A del primer año con 49.5, de otro lado el valor mínimo se registró en PA 75 en parcelas de secano en el O2A con 42.2.

El contenido de cenizas de zacate buffel antes y después de cada utilización, en cada uno de los tres períodos del experimento y en promedio, fue similar ($P\geq 0.05$) para tipo, intensidad de utilización y nivel de humedad.

La DIVMS registró de manera general valores menores antes que después de la utilización. Antes de la utilización del otoño se registraron valores superiores ($P<0.05$) de DIVMS, para PA 50 (59.3 %) y CO 50 (60.3 %), comparados con PA 75 (56.4 %). Antes de la utilización del otoño de 2000, los valores de DIVMS de CO 50 fueron superiores ($P<0.05$) a los registrados por PA 50 y PA 75 (53, 50.2 y 50.2 %, respectivamente). Después de la utilización, los valores fueron superiores ($P<0.05$) para

PA 50 (48.8 %) y para PA 75 (47.4 %), con respecto CO 50 (45.9 %). Antes de la utilización, el promedio de DIVMS de zacate buffel fue mayor ($P<0.05$) en CO 50 (55.7 %), a los valores de PA 50 (53 %) y PA 75 (52.7 %). Después de la utilización, el promedio de DIVMS fue 50.6 % para CO 50, 49.2 % para PA 50 y 48.6 % para PA 75 ($P\geq 0.05$).

En el O1A, después del corte moderado en parcelas de secano se registró 56.7 % de DIVMS mientras que parcelas de riego registraron 52.0 % ($P<0.05$). A la misma intensidad de utilización y después de la misma, en el V2A, parcelas de secano registraron 52.4 mientras que parcelas de riego registraron 42.4 ($P<0.05$). Antes de la utilización, el promedio de DIVMS fue mayor ($P<0.05$) en CO 50 (55.5 %) comparado con el PA 50 (53%). Después de la utilización no se presentó diferencia estadística en las parcelas de secano comparadas con las parcelas de riego. En el O1A se registró antes de la utilización en CO 50 y en parcelas de secano el valor más alto para DIVMS con 61.0 mientras que en el V2A después de la utilización en PA75 y en parcelas irrigadas se registró el valor más bajo con 42.4 %.

Discusión

En el presente trabajo 35 % más de materia seca produjeron las parcelas sometidas a pastoreo moderado con respecto a parcelas sometidas a corte. El ganado al pastar tiende a ser más selectivo en la elección de las partes consumidas de la planta, mejorando la renovación de los zacates y su palatabilidad; de otro lado el forraje cosechado por corte mecánico es más uniforme⁽⁴⁾. Los animales pisotean, mueven semillas y minerales, seleccionan cuándo y cómo comen; así mismo, las poblaciones de bacterias fijadoras de nitrógeno pueden estar en mayor cantidad en praderas pastoreadas con respecto al corte⁽¹³⁾.

El consumo selectivo de ciertas plantas depende de factores externos e intrínsecos del animal que modulan el comportamiento de consumo. Los factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad son los propios del animal, factores sociales y factores ambientales⁽¹⁴⁾. Una mayor producción de las plantas pastoreadas, con respecto a plantas cortadas, se puede deber a una mayor actividad fotosintética, causada por una mayor incidencia de luz y cambios en el microclima, resultante de diferentes alturas de corte en plantas pastoreadas. En el corte, la uniformidad en el mismo, hace que partes bajas de la planta se quedan sin fotosintetizar, al no penetrar la luz⁽³⁾.

Los cortes o pastoreos realizados en forma intensiva afectan la producción de nuevos brotes ya sea por la eliminación de las reservas orgánicas o carbohidratos no estructurales localizados en los tallos y coronas, o por falta de área foliar para el reinicio de la fotosíntesis⁽¹⁵⁾. De la misma manera, una mayor producción de forraje en parcelas pastoreadas, se puede explicar también por un mayor intercambio de CO₂, como consecuencia de una mayor penetración de la luz y a un microclima más cálido cerca de

la superficie del suelo⁽¹⁶⁾. Al incrementar la intensidad de pastoreo, se promueve la repoblación de tallos y los mayores valores se registraron a una intensidad media y alta de pastoreo⁽⁶⁾.

Los grandes herbívoros afectan a las plantas por la remoción de biomasa, pero también debido a efectos indirectos sobre las comunidades de microorganismos del suelo; el pastoreo provoca la disminución de la cubierta vegetal, reducción de materia orgánica y con ello cambios en el microbioma del suelo; esto produce una disminución de nutrientes, principalmente fósforo y nitrógeno⁽¹⁷⁾. Una de las alternativas para aumentar la concentración de nitrógeno es la aplicación de estiércol; un estudio evaluó el efecto de estiércol porcino sobre el rendimiento de *Cenchrus americanus*, no reportaron diferencias en el crecimiento entre forraje fertilizado y no fertilizado, pero sí un aumento de proteína en el fertilizado, además de mayores concentraciones de nitrógeno en el suelo⁽¹⁸⁾.

En el caso del ganado bovino, la cantidad de estiércol excretada por unidad animal puede ser de 5 a 6 t de materia fresca por hectárea al utilizar pastoreo rotacional. Sin embargo, el pisoteo ejerce una influencia sobre el suelo, lo que pudiera tener un incremento de su densidad aparente (compactándolo), disminuyendo su aireación y por ende disminuyendo la retención de humedad del suelo⁽¹⁹⁾. En el presente estudio, el zacate buffel produjo 62 % más forraje al utilizarlo en pastoreo, comparado con el corte (2,750 vs 1,700 kg MS/ha). Un poco más al norte, en Pensilvania, la especie Trailblazer; produjo solamente 8 % más al pastorearla con respecto a dos cortes por año; sin embargo, las especies Cave-in-Rock y Shawnee produjeron más forraje al someterlas a cortes dos y tres veces por año con respecto al pastoreo⁽²⁰⁾.

Por otro lado, al estudiar la influencia del pastoreo en las características del suelo, se encontró que un pastoreo rotacional influyó positivamente en características físicas al no incrementar los valores de densidad aparente, mantener bajos los valores de resistencia a la penetración, incrementar la porosidad y producir un menor tamaño medio de radio de poro, en comparación con pastoreo continuo. Dichas características se verían afectadas positivamente también en el corte mecánico⁽²¹⁾. En este trabajo, un pastoreo más intenso (PA 75) registró un aumento en el 16 % de materia seca comparado con el pastoreo menos intenso. Al cortar el zacate buffel en invernadero a 4, 8, 12 y 16 cm respectivamente se encontró que éste produce el mayor rendimiento de forraje al cortarlo dos veces por semana a 8 cm. Las plantas cosechadas a 12 y 16 cm causaron un mayor incremento en la acumulación de material muerto⁽²²⁾.

En *Cenchrus ciliaris* y *Chloris gayana* el corte incrementó significativamente los contenidos de proteína cruda y la digestibilidad de la materia orgánica, mientras que se redujo el contenido de cenizas y el de la lignina al incrementar las frecuencias del corte⁽²³⁾. En el presente estudio, por efecto del riego se produjo 31 % más forraje ($P \leq 0.05$) que en las parcelas de secano (1,558 vs 1,245 kg MS/ha). Utilizando un sistema de irrigación sprinkler a diferentes porcentajes de evapotranspiración, se reportaron en 12 cortes al año un máximo de 28 t/ha de materia seca⁽²⁴⁾. Los resultados sugieren que la calidad del

forraje depende de diversos factores tales como la especie, suelo, estación del año, temperatura, disponibilidad de agua, radiación solar, entre otros. En la producción de ganado, una baja calidad del forraje puede estar asociada con un bajo consumo de éste, y con un bajo comportamiento del ganado. El manejo ideal de la pastura se logra cuando su calidad y cantidad disponible para los animales se maximiza.

En cuanto a la calidad nutricional, un primer aspecto a determinar es el efecto de la intensidad del pastoreo. En el presente trabajo, no hubo diferencia estadística en PC, NDF, ADF y DIVMS, aunque un pastoreo más intenso se registró en praderas de secano 10 % más de PC (7.4 vs 6.7 %). En *Dactylis glomerata* L. bajo dos intensidades de pastoreo (severa: 3 a 5 cm y ligera: 6 a 8 cm de altura de forraje residual) se reportaron valores similares de proteína y digestibilidad. Sólo se observó efecto significativo durante el otoño ($P \leq 0.05$), siendo el pastoreo severo el que registró la mayor DIVMS (64 vs 56 %)⁽²⁵⁾.

Los minerales son elementos clave para el crecimiento de la planta, además de ser fundamental para la alimentación del animal; en *Cenchrus purpureus* se reportó que el contenido total de cenizas, magnesio y fósforo fue variable; contrario al nitrógeno que se vio disminuido con el rebrote; sin embargo, el contenido de magnesio y fósforo estuvo por debajo de lo requerido para el crecimiento de la planta⁽²⁶⁾. Por otro lado, en *Trifolium repens* bajo pastoreo intenso, se reportó aumento de proteína en el forraje (17.4 %) comparado con el producido en parcelas sometidas a pastoreo moderado (14.9 %); en contraste, no se encontraron diferencias en el contenido de ADF, al someterlo a pastoreo moderado o intenso (26.2 y 25.6 %, respectivamente)⁽²⁷⁾.

En el presente trabajo no se presentaron diferencias en calidad nutricional cuando se comparó el tipo de utilización (corte o pastoreo). Se observó un incremento en PC de parcelas ya pastoreadas con respecto a las ya cortadas, y cuando éstas no fueron regadas (6.6 vs 5.9 %). Se reportaron valores similares de PC y de digestibilidad de NDF de zacate trailblazer sometido a corte o pastoreo. Los autores solo reportaron diferencias tanto en corte como en pastoreo para la NDF. En este aspecto los mayores cambios tanto en rendimiento como en calidad nutricional los dan el clima y el manejo de la cosecha⁽²⁰⁾.

Un aumento de la humedad en el suelo producto de la lluvia o el riego tiene incidencia directa en el contenido de fibra y por consiguiente en la digestibilidad de los forrajes. En *Stipa grandis* P. Smirn. y *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel., provenientes de Mongolia se reportó un incremento de 0.1 g kg⁻¹ de la digestibilidad de la celulosa de la materia orgánica por cada 50 mm de incremento en la precipitación y una disminución de 0.1 g kg⁻¹ de NDF⁽²⁸⁾. En el presente trabajo el contenido de NDF fue superior ($P > 0.05$) en parcelas de secano comparadas con riego.

Respecto a la intensidad de pastoreo, sólo observaron efecto significativo durante el otoño ($P \leq 0.05$), siendo el pastoreo severo el que registró la mayor DIVMS (64 vs 56 %). Esto puede atribuirse a la mayor proporción de hoja verde y menor porcentaje de material

muerto presente en los pastoreos más severos⁽²⁵⁾. En el presente trabajo los valores de digestibilidad fueron prácticamente los mismos en las dos intensidades de pastoreo. En un estudio realizado por Ordaz-Contreras *et al*⁽²⁶⁾ con pasto King grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) se reportó una disminución de proteína a medida que aumentó el intervalo de corte. Finalmente, la altura del corte no afectó los porcentajes de ceniza, NDF y ADF en pastos Guinea (*Megathyrsus maximus* (Jaqc.), Tanzania y Mombasa⁽²⁹⁾.

Conclusiones e implicaciones

Se puede concluir que una intensidad de pastoreo de 70 % ejercida durante dos años, no afectó la productividad de zacate buffel respecto a la registrada con una intensidad de 57 %. Los valores nutricionales de zacate buffel sometido a estas dos intensidades de pastoreo fueron similares. Se presentó mayor producción de forraje, al utilizar el zacate buffel por pastoreo moderado comparado con corte moderado. Parcelas sometidas a corte moderado registraron valores superiores para DIVMS, respecto a los obtenidos con pastoreo moderado. En el acumulado para los dos años de estudio, el riego produjo más forraje (22 %) que praderas no irrigadas. Cuando se comparó pastoreo en diferentes intensidades de utilización; el pastoreo más intenso produjo 14 % más forraje que el pastoreo moderado sin que existieran entre las dos diferencias significativas.

Agradecimientos

Al proyecto CONAHCyT 28623-B y a Elías Martínez, José Juan Nava y Benjamín Pérez, por la colaboración en el trabajo de campo.

Literatura citada:

1. Marshall VM, Lewis MM, Ostendorf B. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. *J Arid Environ* 2012;(78):1-12.
2. Gómez E, Díaz H, Saldívar A, Briones F, Vargas V, Grant WE. Patrón de crecimiento de pasto buffel (*Pennisetum ciliare* Sin. *Cenchrus ciliaris* L.) en Tamaulipas, México. *Téc Pecu Méx* 2007;45(1):1-17.
3. Wallace LL. Comparative photosynthetic responses of big bluestem to clipping versus grazing. *J Range Manage* 1990;(43):58-61.
4. Bilotta GS, Brazier RE, Haygarth PM. The impacts of grazing animals on the quality of soils, vegetation, and surface waters in intensively managed grasslands. *Adv Agron* 2007;(94):237-280.
5. Velásquez MK, Bartolomé FJ, López BK. Efecto de la intensidad de corte y actividad fotosintética en el crecimiento de grama (*Paspalum notatum* Flüggé) en el trópico seco centroamericano (Mesas de Moropotente, Nicaragua). *Rev Cient FAREM-Estelí* 2014;(11):39-46.

6. Garduño S, Pérez J, Hernández A, Herrera J, Martínez P, Torres J, Bertín M. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. *Téc Pecu Méx* 2009;47(2):189-202.
7. American Association of Cereal chemists- AACC. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 930.22. 9th ed. St Paul: AACC 1995.
8. American Association of Cereal chemists- AACC. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 950.63. 9th ed. St Paul: AACC 1995.
9. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Anim Sci* 1991; (74):3583-3597.
10. Tilley MA, Terry RA. A two stage for the *in vitro* digestion of forage crops. *J British Grassl Soc* 1963;(18):104-111.
11. Muñoz JA, Rodríguez HM, Rodríguez MP, Cano A, Rivera M. Efecto de la labranza de conservación sobre la humedad y la densidad aparente de un suelo. *AGROFAZ* 2014;14(2):39-44.
12. IBM Corp. Released IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp. 2017.
13. Delgadillo J, Ferrera R, Galvis A, Hernández A, Cobos MA. Fijación biológica de nitrógeno en una pradera de trébol hubba/ballico de corte o de pastoreo. *Terra Latinoam* 2005;(23):73-79.
14. Tarazona AM, Ceballos MC, Naranjo JF, Cuartas CA. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Rev Colombiana Cienc Pecu* 2012;25(3):473-487.
15. Rincón A, Ligarreto GA, Garay E. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del Piedemonte llanero colombiano. *Rev Facul Nal Agr Medellín* 2008;61(1):4336-4346.
16. Owensby CE, Ham JM, Auen LM. Fluxes of CO₂ from grazed and ungrazed tallgrass prairie. *Rangeland Ecol Manag* 2006;59:111-127.
17. Silva-Bejarano C, Garcillán PP. Variabilidad temporal de la producción de praderas de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en regiones áridas. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 2016;3(9):357-366.

18. Ojo VOA, Adeshina FT, Adetokunbo GA, Jimoh SO, Adeyemi TA, Njie JL, Onifade OS. Effects of swine manure application and row spacing on growth of pearl millet (*Cenchrus americanus*) during the establishment period and quality of silage produced in Southwest Nigeria. *Tropical Grasslands* 2020;8(2):115-124.
19. Estupiñán LH, Gómez JE, Barrantes VJ, Limas LF. Efecto de actividades agropecuarias en las características del suelo en el páramo "El Granizo" (Cundinamarca - Colombia). *Rev U.D.C.A* 2009;12(2):79-89.
20. Sanderson M. Upland switchgrass yield, nutritive value, and soil carbon changes under grazing and clipping. *Agron J* 2008;(100):510-516.
21. Chairez F, Iñiguez L, Salinas H, Flores MJ, Aw-Hassan A, Serna AI, Meza-Herrera C. Hacia un enfoque de investigación participativa para mejorar los sistemas de producción de caprinos en regiones semiáridas de México: una caracterización socioeconómica y ecológica. *Rev Chap, Serie Cienc Forest Amb* 2011;(17):131-146.
22. Beltrán LS, Hernández GA, García ME, Pérez PJ, Kohashi SJ, Herrera HJG. Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y rendimiento del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en un invernadero. *Agrociencia* 2005;39(2):137-147.
23. Tuffa S, Hoag D, Treydte AC. Clipping and irrigation enhance grass biomass and nutrients: Implications for rangeland management. *Acta Oecol* 2017;(81):32-39.
24. Mazahrih N, Al Wahaibi H, Al Farsi S. Ouled BA. Yield and water productivity of Buffel and Rhodes grasses under different irrigation water regimes using the sprinkler line source system. *Grassl Sci* 2016;(62):112-118.
25. Villareal JA, Hernández A, Martínez PA, Guerrero J D, Velasco ME. Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. *Rev Mex Cienc Pecu* 2014;5(2):231-245.
26. Ordaz-Contreras R, Sosa-Montes E, Mendoza-Pedroza SI, Améndola-Massiotti RD, Reyes-Castro S, Ortega-Jiménez E, Hernández-Garay A. Composición química del pasto king grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) a diferente intervalo de corte. *AGROProductividad* 2018;11(5):134-140.
27. Mosquera M, González A, Rigueiro A. Sward quality affected by different grazing pressures on dairy systems. *J Range Manage* 2000;(3):603-610.
28. Schönbach P, Wan H, Gierus M, Loges R, Müller K, Lin L, Susenbeth A, Taube F. Effects of grazing and precipitation on herbage production, herbage nutritive value and performance of sheep in continental steppe. *Grass Forage Sci* 2012;67(4):535-545.
29. Patiño RM, Gómez R, Navarro OA. Calidad nutricional de Mombasa y Tanzania (*Megathyrsus maximus*, Jacq.) manejados a diferentes frecuencias y alturas de corte en Sucre, Colombia. *Rev CES Med Zootec* 2018;13(1):17-30.