

Efecto del fuego en producción y calidad de zacate rosado en Aguascalientes*

Effect of fire on production and quality of natal grass in Aguascalientes

Ernesto Flores Ancira^{1§}, Miguel Luna Luna², Carlos Haubi Segura¹, Abraham Díaz Romo¹ y José de Jesús Luna Ruiz¹

¹Universidad Autónoma de Aguascalientes-Centro de Ciencias Agropecuarias. Avenida Universidad Núm. 940, Col. Ciudad Universitaria, C. P. 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, México. (efancira@gmail.com; drhaubi@yahoo.com; adiazr@correo.uaa.mx; jlluna@correo.uaa.mx). ²Campo Experimental Vaquerías-INIFAP. Carretera Ojuelos-Lagos de Moreno km 8, Jalisco. (lunalm@yahoo.com.mx). [§]Autor para correspondencia: efancira@gmail.com.

Resumen

En Calvillo, Aguascalientes, México, durante 2012 y 2013, se evaluó el efecto del fuego (tratamientos de quema Q y sin quema SQ) sobre la producción y calidad nutritiva del zacate rosado en tres etapas fenológicas: crecimiento C, madurez M, y latencia L. El fuego se aplicó en abril de 2012 a parcelas de 16 m². Durante 2012 y 2013 la producción de forraje (base seca) fue diferente ($p \leq 0.05$) con 168.7, 393.7 g m² y 53.9, 192.7 g m² para los tratamientos Q y SQ respectivamente. La proteína cruda fue similar entre tratamientos ($p \geq 0.05$), pero diferente ($p \leq 0.05$) entre etapas C, M, L, con un total de 13.3, 5.2, 5.6% y 12.6, 4.6, 3.2% respectivamente. La digestibilidad de la materia seca (DISMS) resultó diferente ($p \leq 0.05$) entre tratamientos Q y SQ y entre las etapas de C, M, y L, con un total de 61.6, 46.0, 48.3% y 50.3, 42.5, 44% respectivamente. La fibra detergente neutro (FDN) resultó diferente ($p \leq 0.05$) entre las etapas C, M, y L, no así entre tratamientos Q y SQ con valores 67.1, 76.5, 78% y 66.4, 76.3, 79.6% respectivamente. La fibra detergente ácido (FDA) mostró diferencias ($p \leq 0.05$) entre etapas C, M, y L, más no entre tratamientos Q y SQ con un total de 35.8, 50.6, 57.4%, y 33.2, 54.6, 56.3% respectivamente. El fuego incrementó tanto la producción y calidad del forraje del zacate rosado y podría utilizarse como estrategia de manejo ecológica en áreas de pastoreo extensivo invadidas con zacate rosado.

Abstract

In Calvillo, Aguascalientes, Mexico, from 2012 and 2013, the effect of fire (burned Q and without burning SQ treatments) on production and nutritional quality of natal grass in three phenological stages was evaluated: growth C, maturity M, and latency L. The fire was applied in April 2012 to 16 m² plots. During 2012 and 2013 forage production (dry basis) was different ($p \leq 0.05$) with 168.7, 393.7 g m² and 53.9, 192.7 g m² for Q and SQ treatments respectively. Crude protein was similar between treatments ($p \geq 0.05$) but different ($p \leq 0.05$) between C, M, L stages, with a total of 13.3, 5.2, 5.6% and 12.6, 4.6, 3.2% respectively. The digestibility of dry matter (DISMS) was different ($p \leq 0.05$) between treatments Q and SQ and between stages of C, M, and L, with a total of 61.6, 46.0, 48.3% and 50.3, 42.5, 44% respectively. Neutral detergent fiber (FDN) was different ($p \leq 0.05$) between stages C, M, and L, but not between Q and SQ with values 67.1, 76.5, 78% and 66.4, 76.3, 79.6% respectively. The acid detergent fiber (FDA) showed differences ($p \leq 0.05$) between stages but not between treatments with a total of 35.8, 50.6, 57.4%, and 33.2, 54.6, 56.3% respectively. The fire increased both production and quality of natal grass forage and could be used as a strategy for ecological management in areas of extensive grazing invaded with natal grass.

* Recibido: marzo de 2016
Aceptado: junio de 2016

Palabras clave: *Melinis repens*, forraje, quema, valor nutritivo.

Keywords: *Melinis repens*, burning, fodder, nutritional value.

Introducción

El fuego y el pastoreo son considerados como disturbios importantes en muchos pastizales desde el punto de vista histórico y en el manejo moderno de nuestra era. Los seres humanos han utilizado el fuego para manipular y manejar ecosistemas (Bowman *et al.*, 2009), mientras que el pastoreo contribuye al funcionamiento y a la conservación de pastizales (Toombs *et al.*, 2010; Allred *et al.*, 2011). De hecho, el fuego y el pastoreo frecuentemente operan como un disturbio interactivo con efectos ecológicos distintos uno del otro (Fuhlendorf *et al.*, 2009), lo que crea heterogeneidad en la estructura de la vegetación: importante en la conservación de pastizales (Leis *et al.*, 2013; McGranahan *et al.*, 2013). Los pastizales a nivel global son de vital importancia no solamente para la producción pecuaria sino también como proveedores de un número importante de bienes y servicios ecosistémicos para la sociedad como: captura de carbono, infiltración del agua, producción de oxígeno, biodiversidad, entre otros (Dinerstein *et al.*, 2007).

A pesar de la importancia de los pastizales, una de las causas del deterioro es la diseminación de especies exóticas o invasoras que han desplazado a las especies nativas lo que altera la biodiversidad y el equilibrio ecológico (Enríquez y Quero, 2006). Una de estas especies es el zacate rosado *Melinis repens* (Willd.) Zizka, que es originario del sur de África (Bogdan, 1977). En México, se encuentra distribuido en todos los estados independientemente de la latitud, altitud, precipitación pluvial y suelos (Dávila *et al.*, 2006; Stevens y Fehmi, 2009; Díaz *et al.*, 2012; Flores, 2013; Melgoza *et al.*, 2014).

En el estado de Aguascalientes se reporta su presencia prácticamente en todos los municipios (Díaz *et al.*, 2012). Sin embargo, la información científica existente que explique el efecto del fuego tanto en la producción como en la calidad de forraje del zacate rosado es muy limitada. Esta información es básica para determinar estrategias de manejo que guíen a lograr un aprovechamiento integral de esta especie. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del fuego sobre la producción y calidad de forraje del zacate rosado en el municipio de Calvillo, Aguascalientes, y en el cual nuestra principal hipótesis nula de interés fue que no habría efecto del fuego ni en la productividad ni calidad del zacate rosado.

Introduction

Fire and grazing are considered as major disturbances in many pastures from the historical point of view and in the modern management of our era. Humans have used fire to manipulate and manage ecosystems (Bowman *et al.*, 2009), while grazing contributes to the functioning and conservation of grasslands (Toombs *et al.*, 2010; Allred *et al.*, 2011). In fact, fire and grazing frequently operate as an interactive disturbance with different ecological effects of each other (Fuhlendorf *et al.*, 2009), which creates heterogeneity in the structure of vegetation; important in the conservation of grasslands (Leis *et al.*, 2013; McGranahan *et al.*, 2013). Grasslands globally are vital not only for livestock but also as suppliers of an important number of goods and ecosystem services for society: as carbon sequestration, water infiltration, oxygen production, biodiversity, among others (Dinerstein *et al.*, 2007).

Despite the importance of grasslands, one of the deterioration causes is the spread of exotic or invasive species that have displaced native species disrupting biodiversity and ecological balance (Enriquez and Quero, 2006). One of these species is natal grass *Melinis repens* (Willd.) Zizka, which is originally from South Africa (Bogdan, 1977). In Mexico, it is distributed in all states regardless of latitude, altitude, rainfall and soil (Dávila *et al.*, 2006; Stevens and Fehmi, 2009; Díaz *et al.*, 2012; Flores, 2013; Melgoza *et al.*, 2014).

In the state of Aguascalientes it is reported to be present in virtually all municipalities (Díaz *et al.*, 2012). However, existing scientific information explaining the effect of fire both in production and quality of natal grass forage is very limited. This information is essential to determine management strategies that guide to achieve full utilization of this species. Therefore, the objective of this study was to determine the effect of fire on the production and quality of natal grass forage in the municipality of Calvillo, Aguascalientes, and in which our null hypothesis of interest was that there would be no effect of fire on productivity and quality of natal grass.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en los años de 2012 y 2013 en la localidad denominada Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, en un predio agrícola abandonado con una superficie de 2 ha, e invadido totalmente de zacate rosado. Su posición geográfica está ubicada entre los 21° 47' 31" y los 102° 43' 9" latitud norte, a una altitud media msnm de 1 780 m. El clima de la región es templado sub-húmedo (García, 1988; Medina *et al.*, 1998), con una temperatura media anual de 20 °C y con suelos someros, pedregosos, y pobres en materia orgánica del tipo Regosol y Feozem (INIFAP, 1998). La precipitación pluvial incide principalmente en los meses de junio a septiembre, la cual en 2012 y 2013 tuvo un promedio anual de 640 y 768 mm respectivamente (Figura 1).

Dentro del predio experimental se distribuyeron aleatoriamente 10 parcelas de 16 m² (4 x 4 m), de las cuales cinco fueron sujetas a quema (Q) y las otras cinco restantes fueron consideradas como testigo ya que no se les aplicó quema (SQ). A estas últimas (SQ), se les removió el forraje seco acumulado de años al ras del suelo con la ayuda de unas tijeras de la marca Corona. La quema se realizó el primero de abril de 2012 usando una antorcha de goteo de la marca Sure Seal® con capacidad de 10 litros, con una relación gasolina: diesel de 6:4. Se prendió a las 7:00 h a una temperatura atmosférica de 16 °C, una humedad relativa de 35%, una velocidad del viento que osciló entre 3 y 4 km h⁻¹ y un promedio de 479.4 g m⁻² de materia seca (combustible). Para minimizar el riesgo del escape del fuego a zonas aledañas, se trazaron líneas minerales alrededor de las parcelas y se humedeció su perímetro con agua usando mochilas aspersoras de capacidad de 20 l. La producción de forraje en base seca se evaluó en el pico de producción que fue a fines del mes de octubre de 2012 y 2013, mediante 5 cuadrantes de 0.5 m² parcela (n=50) removiendo en cada una de ellas el forraje al ras del suelo, mismo que se deshidrató en una secadora de herbario a una temperatura de 60 °C durante 10 días, y pesó con una báscula digital de la marca OHAUS® con capacidad de 20 kg.

La calidad del forraje fue evaluada mediante un total de 10 muestras compuestas (n= 10), cinco en las áreas quemadas y otras cinco en las áreas testigo, con un peso de 1 kg /parcela. Los muestreos de forraje se llevaron a cabo en tres etapas fenológicas: crecimiento (C), madurez (M) y latencia (L), para totalizar 30 muestras en (n= 30) en las áreas quemadas (Q) y las sin quema (SQ).

Materials and methods

The study was conducted in during 2012 and 2013 in the town called Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, in an abandoned agricultural land with an area of 2 ha, and totally invaded of natal grass. Its geographical position is located between 21° 47' 31" and 102° 43' 9" north latitude, at an average altitude of 1 780 masl. The climate of the region is temperate sub-humid (García, 1988; Medina *et al.*, 1998) with an average annual temperature of 20 °C and shallow, rocky soils and poor in organic matter Regosol and Feozem type (INIFAP, 1998). Rainfall is mainly present from June to September, which in 2012 and 2013 had an annual average of 640 and 768 mm respectively (Figure 1).

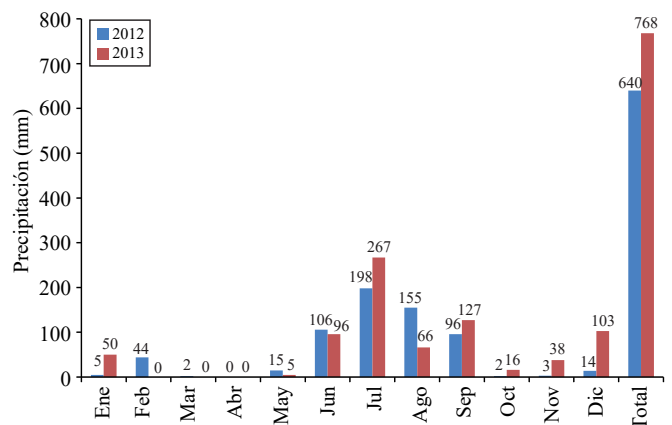


Figura 1. Precipitación pluvial en Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, durante los años 2012 y 2013.

Figure 1. Rainfall in Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, during the years 2012 and 2013.

Within the experimental area 10 plots of 16 m² (4 x 4 m) were distributed randomly, of which five were subjected to burning (Q) and the other five were considered as control since these were not burned (SQ). To the latter (SQ), were removed the accumulated dry forage from years at ground level with the help of scissors Corona brand. Burning was carried out on April 1st 2012 using a drip torch Sure Seal® with 10 liters capacity, with a petrol ratio: diesel 6:4. It was set at 7:00 h at an atmospheric temperature of 16 °C, a relative humidity of 35%, wind speed which ranged between 3 and 4 km h⁻¹ and an average of 479.4 g m⁻² of dry matter (combustible). To minimize the risk of fire escape to neighboring areas, mineral lines were traced around the plots and its perimeter was moistened with water using a backpack sprayer with 20 L capacity. Forage production on a dry basis was evaluated at peak of production which was at the end of October 2012 and 2013, through 5 quadrants of 0.5 m² plot

Para la etapa de C el forraje se cosechó a inicios de julio; la m a finales de septiembre de 2012; mientras que la L a mediados de febrero de 2013. Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), con un molino de la marca Wiley® y una malla de 1 mm, y se almacenaron en contenedores de plástico hasta que se realizaron los análisis químicos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), con base en los procedimientos para estimar el contenido nutricional en forrajes (Tejada, 1985). Se realizó también la prueba de digestibilidad ruminal *in situ* de la materia seca (DISMS), de acuerdo al método de la bolsa de nylon (Mehrez y Orskov, 1977). Se utilizó una vaca fistulada en rumen de la raza Holstein con dieta de mantenimiento y con tiempo de permanencia de la muestra de alimento en rumen de 48 horas.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza con el procedimiento del modelo general lineal (GLM) considerando un diseño completamente aleatorizado en arreglo factorial 2 x 2 para la producción de materia seca: 2 tratamientos de fuego (Q y SQ) y 2 años (2012 y 2013). Para la calidad nutritiva se utilizó otro diseño factorial 2 x 3: 2 tratamientos de fuego (Q y SQ) y 3 etapas fenológicas (C, M y L) (SAS, 2001). Cuando existieron diferencias entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la separación de medias (Steel y Torrie, 1980).

Resultados y discusión

Los resultados de este experimento de quema rechaza la hipótesis nula de que la quema no tendría efecto ni en la productividad ni calidad de forraje del zacate rosado. La producción total de forraje en base seca resultó diferente ($p \leq 0.05$) entre tratamientos Q y SQ, y entre años. Se tuvo una mayor producción en las áreas quemadas con 168.7 y 393.7 g m⁻², mientras que en las no quemadas se tuvo una producción de 53.9 y 192.7 g m⁻², en 2012 y 2013 respectivamente (Figura 2).

Estos resultados coinciden con lo reportado por varios autores en donde concluyen que las diferencias en producción forrajera en base seca se deben a los efectos químicos de la combustión de material vegetal sobre el suelo, que aporta diversos nutrientes principalmente nitrógeno, el cual queda disponible lo que favorece la reproducción vegetativa,

(n= 50) by removing in each of them the forage at ground level, same that was dehydrated in a dryer herbarium at a temperature of 60 °C for 10 days and weighed with a digital scale OHAUS® with 20 kg capacity.

Forage quality was evaluated by a total of 10 composite samples (n= 10), five burned and five in the control area, with a weight of 1kg/plot. Forage samplings were carried out in three phenological stages: growth (C), maturity (M) and latency (L), for a total of 30 samples (n= 30) in burned (Q) and without burning (SQ) areas.

For C stage forage was harvested in early July; m at the end of September 2012; while L in mid-February 2013. The samples were processed at the Laboratory of Animal Nutrition Center of Agricultural Sciences at the Autonomous University of Aguascalientes (UAA), with a mill Wiley® and 1 mm mesh, and stored in plastic containers until chemical analyzes of crude protein (PC), neutral detergent fiber (FDN) and acid detergent fiber (FDA) were performed, based on the procedures to estimate nutritional content in forages (Tejada, 1985). *In situ* ruminal digestibility of dry matter (DISMS) was performed according to the nylon bag method (Mehrez and Ørskov, 1977). Using a fistulated cow rumen Holstein breed with maintenance diet and residence time of the food sample in rumen for 48 hours.

Data was subjected to analysis of variance with the lineal general model (GLM) considering a completely randomized design in factorial arrangement 2 x 2 for the production of dry matter: 2 fire treatments (Q and SQ) and 2 years (2012 and 2013). For nutritional quality was used another factorial design 2 x 3: 2 fire treatments (Q and SQ) and 3 phenological stages (C, M and L) (SAS, 2001). When there were differences between treatments Tukey test was used ($p \leq 0.05$) for mean separation (Steel and Torrie, 1980).

Results and discussion

The results of this experiment of burning rejects the null hypothesis that burning would not have effect on either productivity or quality on natal grass forage. Total production of forage on dry basis was different ($p \leq 0.05$) between treatments Q and SQ, and between years. There was higher production on burned areas with 168.7 and 393.7 g m⁻², while in without burning production was 53.9 and 192.7 g m⁻², in 2012 and 2013 respectively (Figure 2).

aunado a la presencia de mayores temperaturas en el área quemada durante el día y la condensación de vapor durante la noche, lo que crea condiciones próximas al punto de rocío y haciendo disponibles los nutrientes liberados durante la combustión (Wright y Bailey, 1982; Frost y Robertson, 1987; Briske y Richards, 1994).

Otros autores mencionan que el aumento en producción forrajera se debe a que después de la quema se liberan nutrientes inmediatamente disponibles para las plantas en las cenizas principalmente minerales (Sacido y Cauhépe, 1993; Bates *et al.*, 2009). Riser y Parton (1982), dictaminaron incrementos considerables en la producción de forraje en la pradera de pastos altos de Estados Unidos después de la quema, al través de sus efectos sobre el patrón temporal de nitrógeno y carbono del suelo y la disponibilidad de luz para fotosíntesis. Johnson y Mitchett (2001) concluyen que las plantas herbáceas que sirven de alimento para la fauna fueron diez veces más abundantes en áreas donde se aplicó quema prescrita que en las áreas sin quemar.

El aumento de nutrientes para las plantas han sido reportados en la primera estación de crecimiento después de quemar de primavera en ambientes más templados (Bennett *et al.*, 2002). En general, el uso del fuego en ecosistemas de pastizal propicia diversos beneficios, entre ellos el incremento en la producción forrajera de gramíneas nativas (McIlvain y Armstrong, 1968; Sharrow y Wright, 1977; Scifres y Hamilton, 1993). El fuego disminuyó la producción de forraje en el primer año de aplicación en pastizales de Chihuahua, pero se incrementó en años subsecuentes con buen manejo del pastoreo (Sierra *et al.*, 2008).

La proteína cruda no presentó diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos Q y SQ, pero resultó diferente ($p \leq 0.05$) entre las etapas fenológicas (C, M, y L) (Figura 3). Los valores de proteína cruda para las áreas quemadas fueron de 13.3, 5.2 y 5.6% contra 12.6, 4.6, y 3.2% para las áreas no quemadas, en las etapas de C, M y L respectivamente.

Estos resultados concuerdan con los de Leland *et al.* (1976), quienes encontraron que la proteína cruda de *Andropogon scoparius* (Michx.), un pasto C_4 como *Melinis repens* fue mayor en áreas quemadas que no quemadas.

Sanderson y Wedin (1989), afirmaron que el contenido de proteína cruda en gramíneas de crecimiento de verano (C_4) fue mayor en el verano y menor en la época de latencia. Esto coincide con los resultados de Chávez y González

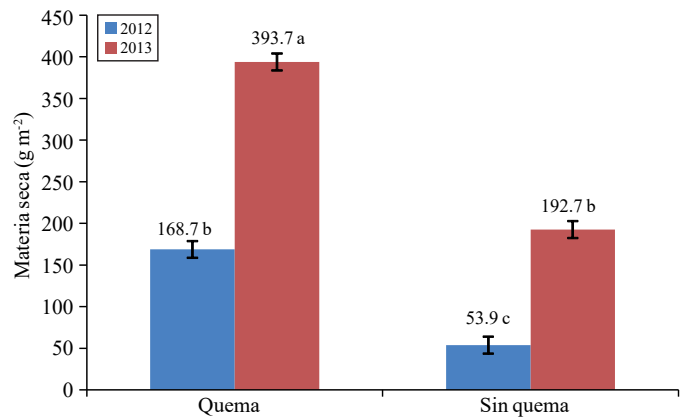


Figura 2. Producción de forraje en base a materia seca de zacate rosado *Melinis repens* (Willd.) Zizka, en Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes durante 2012 y 2013.

Figure 2. Forage production on dry matter basis of natal grass *Melinis repens* (Willd.) Zizka, in Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes during 2012 and 2013.

These results agree with those reported by several authors concluding that the differences in forage production on dry basis are due to chemical effects of the combustion of plant material on the ground, provides various nutrients, primarily nitrogen, which is left available favoring vegetative reproduction, coupled with the presence of higher temperatures in burned areas during the day and vapor condensation during the night, creating near the dewpoint conditions and making available the nutrients released during combustion (Wright and Bailey, 1982; Frost and Robertson, 1987; Briske and Richards, 1994).

Other authors mention that the increase in forage production is because after burning, nutrients are immediately released and available to plants from the ashes, mainly minerals (Sacido and Cauhépe, 1993; Bates *et al.*, 2009). Riser and Parton (1982), ruled considerable increases in forage production in tallgrass prairie US after burning, through its effects on temporal pattern of nitrogen and carbon in the soil and the availability of light for photosynthesis. Johnson and Mitchett (2001) concluded that herbaceous plants that serve as food for wildlife were ten times more abundant in areas where prescribed burning was applied than in unburned areas.

The increase in plant nutrients have been reported in the first growing season after spring burnings in temperate environments (Bennett *et al.*, 2002). In general, the use of fire in grassland ecosystems favors various benefits, including increased forage production of native grasses (McIlvain and Armstrong, 1968; Sharrow and Wright, 1977; Scifres and

(2008), quienes encontraron en pastos nativos un contenido máximo de proteína cruda en el verano, la cual disminuyó en el otoño, y aún más en el invierno, recuperándose al inicio de primavera en áreas sin aplicación de fuego. Por su parte Krysl *et al.* (1987), encontraron que la proteína cruda fluctuó entre 15.4 y 9.6% para las etapas de crecimiento y latencia respectivamente, en pastizales de navajita en Nuevo México.

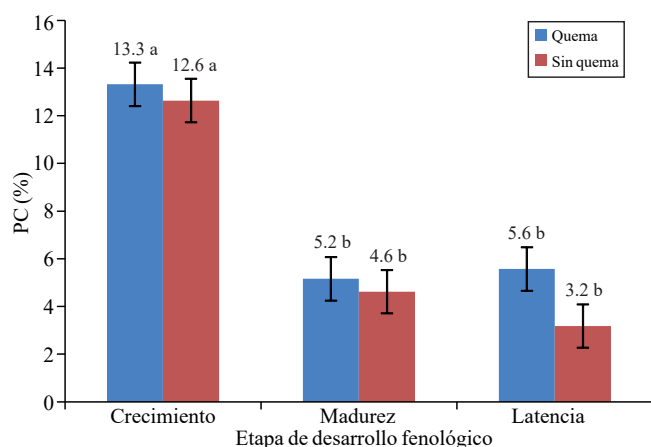


Figura 3. Proporción promedio de proteína cruda (PC) en forraje de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, quemado y no quemado, en Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, 2012-2013.

Figure 3. Average ratio of crude protein (CP) in forage *Melinis repens* (Willd.) Zizka, burned and unburned in Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, 2012-2013.

McGranhan *et al.* (2014), señalaron aumentos significativos de hasta 4% en el contenido de proteína cruda en lotes quemados de *Andropogon virginicus* L., comparados a los no quemados en Tennessee. De manera general el contenido de proteína cruda en forrajes necesario para suplir las necesidades de los microorganismos del rumen para digerir la fibra es de alrededor de 7%, sin afectar su consumo voluntario, lo que sugiere la necesidad de suplementación proteica cuando el forraje presenta valores inferiores a 7%, logrando incrementar el consumo de forraje voluntario (Pitts *et al.*, 1992).

La digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) a las 48 horas fue diferente ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos de Q y SQ y entre las etapas fenológicas C, M y L (Figura 4).

En general la DISMS decreció ($p \leq 0.05$) al avanzar la madurez del zacate rosado tanto en ambos tratamientos Q y SQ, aunque más marcada esta reducción en el tratamiento SQ con un total de 61.6, 46; y 48.3% y 50.3, 42.5, 44% respectivamente en las tres etapas fenológicas C, M, L. Krysl *et al.* (1987) en pastizales de navajita *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths., en Nuevo México

Hamilton, 1993). Fire decreased forage production in the first year of implementation in grasslands from Chihuahua, but increased in subsequent years with good grazing management (Sierra *et al.*, 2008).

Crude protein showed no significant differences ($p \geq 0.05$) between Q and SQ treatments, but was different ($p \leq 0.05$) between phenological stages (C, M, and L) (Figure 3). Crude protein values for burned areas were 13.3, 5.2 and 5.6% against 12.6, 4.6, and 3.2% for unburned areas in C, M and L stages respectively.

These results are consistent with those from Leland *et al.* (1976), who found that crude protein of *Andropogon scoparius* (Michx.) a C4 grass like *Melinis repens* was higher in burned areas than unburned.

Sanderson and Wedin (1989) stated that crude protein content in summer grass (C₄) was higher in summer and lower during latency. This coincides with Chávez and González (2008), who found in native grasses a maximum content of crude protein in summer, which decreased in the fall, and even more in the winter, recovering in early spring in areas without burning. Meanwhile Krysl *et al.* (1987) found that the crude protein ranged between 15.4 and 9.6% for growth and latency stages respectively, in blue grama in New Mexico.

McGranhan *et al.* (2014) noted significant increases of up to 4% in crude protein content in burned areas of *Andropogon virginicus* L., compared to unburned in Tennessee. Generally crude protein content in forages is necessary to meet the needs of rumen microorganisms to digest fiber which is around 7%, without affecting their voluntary intake, suggesting the need for protein supplementation when forage has values lower than 7%, thereby increasing voluntary forage intake (Pitts *et al.*, 1992).

In situ digestibility of dry matter (DISMS) at 48 hours was different ($p \leq 0.05$) between Q and SQ treatments and phenological stages C, M and L (Figure 4).

Overall DISMS decreased ($p \leq 0.05$) as natal grass maturity advances both in Q and SQ treatments, although this reduction is more marked in SQ treatment with a total of 61.6, 46; and 48.3% and 50.3, 42.5, 44% respectively in the three phenological stages C, M, L. Krysl *et al.* (1987) in blue grama *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths., in New Mexico reached similar results by pointing

alcanzaron resultados similares al señalar que la DISMS declinó al avanzar la madurez del forraje 61.8%, durante el crecimiento a 47.9% en la latencia, esto por el concomitante aumento en las fracciones de fibra en el forraje (fibra ácido y detergente neutra) en áreas no sujetas a quema.

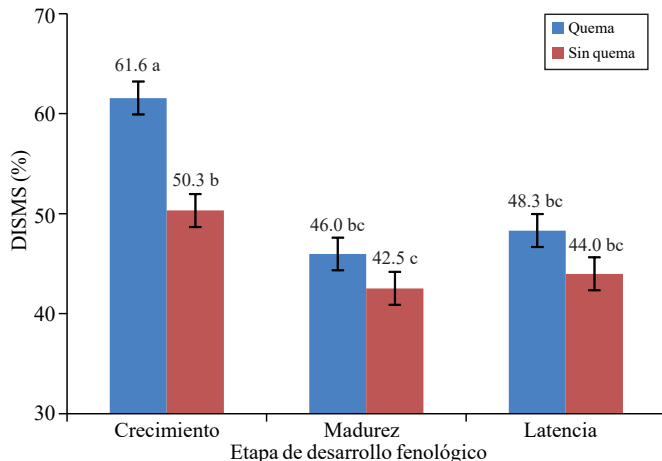


Figura 4. Promedio de digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) a 48 h en forraje de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, quemado y no quemado, en Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, 2012-2013.

Figure 4. *In situ* average digestibility of dry matter (DISMS) at 48 h in *Melinis repens* (Willd.) Zizka, burned and unburned in Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, 2012-2013.

Smith *et al.* (1960), para la gramínea *Andropogon scoparius* (Michx.) encontraron valores de DISMS que fluctuaron entre 40.3 a 65.7% en parcelas no quemadas y quemadas respectivamente. En las sabanas húmedas de Camerún, Klop *et al.* (2007) concluyeron que la DISMS de gramíneas de áreas no quemadas y quemadas varió de 50.2 a 57.1% respectivamente. Por su parte Núñez (1971) quien trabajó en áreas de pastizales nativos sin quemar de Chihuahua encontró que los porcentajes de DISMS fluctuaron entre 31.6 y 40.2% al inicio de la etapa de crecimiento y 43.3 y 49.5% al final de la misma. Villanueva *et al.* (1989), reportan que este patrón de fluctuación de la DISMS y otros componentes nutricionales del forraje es común en pastos nativos de zonas áridas y semiáridas de México contrastando zonas sujetas a quema y aquellas no sometidas a ella.

La fibra detergente neutro (FDN) representa la mayoría del material contenido en las paredes celulares del forraje disponible en la dieta y se compone de celulosa, hemicelulosa, y lignina (Holechek *et al.*, 2011). Nuestros resultados muestran de manera general un aumento significativo ($p \leq 0.05$) en el contenido de FDN al aumentar la madurez del zacate rosado,

out that DISMS declined as forage maturity advances 61.8% during growth to 47.9% in latency, this concomitant increase in fiber fractions in forage (fiber acid and neutral detergent) in unburned areas.

Smith *et al.* (1960), for *Andropogon scoparius* (Michx.) found DISMS values ranging between 40.3 to 65.7% in unburned and burned plots respectively. In humid savannas from Cameroon, Klop *et al.* (2007) concluded that grass DISMS of unburned and burned areas ranged from 50.2 to 57.1% respectively. Núñez (1971) worked in unburned areas of native grasslands in Chihuahua finding that the percentages of DISMS fluctuated between 31.6 and 40.2% at the beginning of the growth stage and 43.3 and 49.5% at the end of it. Villanueva *et al.* (1989) reports that this fluctuation pattern in DISMS and other nutritional components of forage is common in native grasses from arid and semiarid areas of Mexico contrasting areas subject to burning and those not subject to it.

Neutral detergent fiber (FDN) represents most of the material contained in the cell walls of the available forage in the diet and is composed of cellulose, hemicellulose, and lignin (Holechek *et al.*, 2011). Our results show generally a significant increase ($p \leq 0.05$) in FDN content as natal grass maturity advances, but not between Q and SQ treatments ($p \geq 0.05$) (Figure 5). Data related with FDN were different ($p \leq 0.05$) among the three phenological stages under study (C, M, L) with a total of 67.1, 76.5, 78%; and 66.4, 76.3, and 79.6% in treatments with Q and SQ respectively.

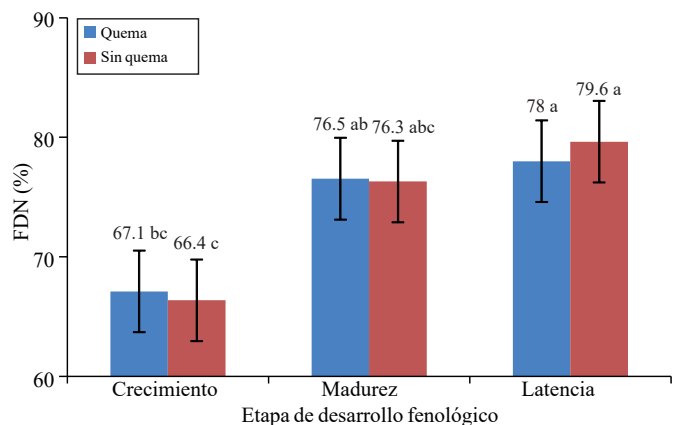


Figura 5. Proporción promedio de fibra detergente neutro (FDN) en forraje de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, quemado y no quemado, en Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, 2012-2013.

Figure 5. Average ratio of neutral detergent fiber (FDN) in forage *Melinis repens* (Willd.) Zizka, burned and unburned in Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, 2012-2013.

no así entre los tratamientos de Q y SQ ($p \geq 0.05$) (Figura 5). Los datos relacionados con la FDN resultaron diferentes ($p \leq 0.05$) entre las tres etapas fenológicas bajo escrutinio (C, M, L) con un total de 67.1, 76.5, 78%; y 66.4, 76.3, y 79.6% en los tratamientos con Q y SQ respectivamente.

Esto concuerda por lo enunciado por Ulyatt (1980) y Van Soest (1982), quienes determinaron de manera generalizada que los contenidos de FDN en el forraje aumentan con el avance de su madurez. Krysl *et al.* (1987), concluyeron que la FDN en el forraje de pastizales de Nuevo México fluctuó ligeramente de 77.4% a 75.8% entre las estaciones de crecimiento y latencia respectivamente en áreas sin quema. En pastizales centrales de Chihuahua Chávez *et al.* (1984), hallaron valores de FDN que fluctuaron entre 72.1 y 76.5% en gramíneas nativas en época de crecimiento, mientras que Ortega *et al.* (1984), obtuvieron contenidos de FDN en arbustos forrajeros consumidos por caprinos en el centro de Chihuahua que oscilaron entre 33.9 y 38.3%, en áreas sin quemar.

La fracción de FDA contiene las sustancias más resistentes a la degradación ruminal, contenidas en la pared celular (celulosa, lignina y sílice) (Holechek *et al.*, 2011). Nuestros resultados muestran de manera general un aumento significativo ($p \leq 0.05$) en el contenido de FDA al aumentar la madurez del zacate rosado, no así entre los tratamientos de Q y SQ ($p \geq 0.05$) (Figura 6).

Los datos relacionados con la FDA resultaron diferentes entre las tres etapas fenológicas (C, M y L) con un total de 35.8, 50.6, 57.4%; y 33.2, 54.7; y 56.3% en los tratamientos con Q y SQ respectivamente. La FDA se incrementó al avanzar la madurez del forraje del zacate rosado. En pastizales centrales de Chihuahua Chávez *et al.* (1984), hallaron valores de FDA que fluctuaron entre 45.6 y 50.7% en gramíneas nativas en época de crecimiento, mientras que Ortega *et al.* (1984), obtuvieron contenidos de FDA en arbustos forrajeros consumidos por caprinos en el centro de Chihuahua que oscilaron entre 28.9 y 31.6% en áreas sin quemar.

Es posible lograr incrementos en la calidad de forraje mediante la utilización de quemados prescritos por el efecto de mejorar la disponibilidad de nutrientes en algunos elementos del suelo (Wright y Bailey, 1982; Knapp y Seastedt, 1986; Ojima *et al.*, 1990; García, 1992). Esto debido a la mineralización y fijación de los mismos (Hobbs *et al.*, 1991),

This agrees with Ulyatt (1980) and Van Soest (1982), who widely determined that the contents of FDN in forage increases as maturity advances. Krysl *et al.* (1987) concluded that FDN in grassland forage from New Mexico fluctuated slightly from 77.4% to 75.8% between growing seasons and latency respectively in areas without burning. In central grasslands from Chihuahua, Chávez *et al.* (1984), found FDN values ranging between 72.1 and 76.5% in native grasses during growing season, while Ortega *et al.* (1984), obtained FDN content in fodder shrubs consumed by goats in central Chihuahua ranging between 33.9 and 38.3% in unburned areas.

FDA fraction contains the most resistant substances to ruminal degradation contained in the cell wall (cellulose, lignin and silica) (Holechek *et al.*, 2011). Our results show generally a significant increase ($p \leq 0.05$) in FDA content as natal grass maturity advances, but not between treatments Q and SQ ($p \geq 0.05$) (Figure 6).

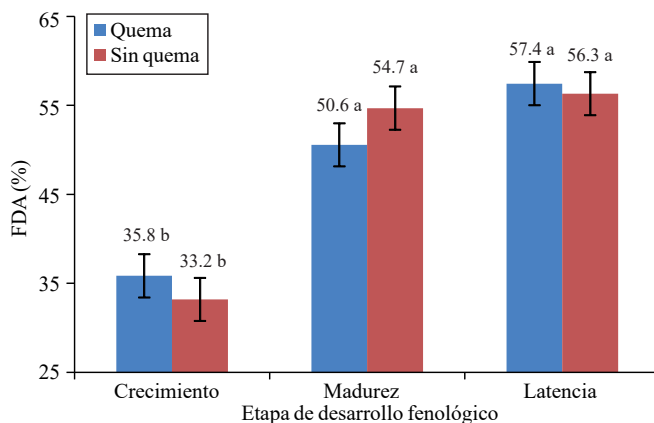


Figura 6. Proporción promedio de fibra detergente ácido (FDA) en forraje de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, quemado y no quemado, en Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, 2012-2013.

Figure 6. Average ratio of acid detergent fiber (FDA) in forage *Melinis repens* (Willd.) Zizka, burned and unburned in Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, 2012-2013.

Data related to FDA were different between growth stages (C, M and L) with a total of 35.8, 50.6, 57.4%; and 33.2, 54.7; and 56.3% in Q and SQ respectively. FDA increased as natal grass maturity advances. In central grasslands of Chihuahua, Chávez *et al.* (1984), found FDA values ranging between 45.6 and 50.7% in native grasses during growing season, while Ortega *et al.* (1984), obtained FDA contents in fodder shrubs consumed by goats in central Chihuahua ranging between 28.9 and 31.6% in unburned areas.

en los primeros cinco centímetros del suelo (Haubensak *et al.*, 2009). Short *et al.* (1974) concluye que la FDN en forrajes nativos es siempre mayor de manera general que la FDA.

Conclusión

En general se puede concluir que la quema de forraje de zacate rosado tuvo un efecto positivo en el mejoramiento de su producción y calidad. Por ello, el fuego como estrategia de manejo podría utilizarse para aprovechar esta especie en zonas donde su presencia y constante expansión es considerada una amenaza al ser una especie invasora que se establece rápidamente y prácticamente en cualquier tipo de suelo. Con este trabajo se abre la opción de utilizar la quema prescrita como una estrategia de manejo de pastizales para el manejo óptimo e integral de los agostaderos con presencia de *Melinis repens* y elevar su productividad y calidad, además de lograr incrementos en el consumo voluntario de los animales que utilizan bajo condiciones extensivas este tipo de forraje.

Literatura citada

- Allred, B. W.; Fuhlendorf, S. D. and Hamilton R. G. 2011. The role of herbivores in great plains conservation: comparative ecology of bison and cattle. *Ecosphere* 2:26.
- Bates, J. D.; Rhodes, E. C.; Davies, K. W. and Sharp, R. 2009. Post fire succession in big sagebrush steppe with livestock grazing. *Rangeland Ecol. Manag.* 62:98-110.
- Bennett, L. T.; Judd, T. S. and Adams, M. A. 2002. Growth and elemental content of perennial grasslands following burning in semiarid, subtropical Australia. *Plant Ecol.* 164:185-199.
- Bogdan, A. V. 1977. Tropical pasture and fodder plants (grasses and legumes). Longman group (far east). Limited. 475 p.
- Bowman, D. M. J. S.; Balch, J. K.; Artaxo, P.; Bond, W. J.; Carlson, J. M.; Cochrane, M. A.; D'Antonio, C. M.; Defries, R. S.; Doyle, J. C.; Harrison, S. P.; Johnston, F. H.; Keeley, J. E.; Krawchuk, M. A.; Kull, C. A.; Marston, J. B.; Moritz, M. A.; Prentice, I. C.; Roos, C. I.; Scott, A. C.; Swetnam, T. W.; van der Werf, J. R. and Pyne, S. J. 2009. Fire in the earth system. *Science.* 324:481-484.
- Briske, D. D. and Richards, J. H. 1994. Physiological responses of individual plants to grazing: current status and ecological significance. *In: ecological implications of livestock herbivory in the West.* Vavra, M.; Laycock, W. A. and Pieper, R. D. (Eds.). 1st (Ed). Society for Range Management. Denver, Colorado. 147-176 pp.
- Caton, J. S.; Freeman, A. S. and Galyean, M. L. 1988. Influence of protein supplementation on forage intake, *in situ* forage disappearance, ruminal fermentation and digesta passage rates in steers grazing dormant blue grama rangeland. *J. An. Sci.* 66:2262-2271.

Is possible to achieve increases in forage quality using prescribed burning by the effect of improving nutrient availability in some soil elements (Wright and Bailey, 1982; Knapp and Seastedt, 1986; Ojima *et al.*, 1990; García, 1992); this is due to mineralization and fixing of the same (Hobbs *et al.*, 1991), in the first five centimeters of soil (Haubensak *et al.*, 2009). Short *et al.* (1974) concluded that the FDN in native forages is generally always greater than the FDA.

Conclusion

Overall can be concluded that burning Natal grass forage had a positive effect on improving its production and quality, therefore fire as management strategy could be used to exploit this species in areas where its presence is constantly growing and considered a threat to be an invasive species that rapidly and practically establishes in any soil. This kind of work opens the option of using prescribed burning as management strategy of grassland for optimal and comprehensive management of rangelands with presence of *Melinis repens* and increase its productivity and quality, besides to achieve increases in voluntary consumption from animals used under extensive conditions this type of forage.

End of the English version



- Chávez, S. A. H. y González, G. F. J. 2008. Estudios Zootécnicos I-Animales en Pastoreo. *In: Chávez, S. A. H. (Comp.). Rancho Experimental La Campana 50 Años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal.* INIFAP- Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Sitio Experimental La Campana-Madera. Libro técnico Núm. 2. 214 p.
- Dávila, P.; Mejía, S. M.T.; Gómez, S. J. M.; Valdés, R. J. J.; Ortiz, C.; Morín, C. J. y Ocampo A. 2006. Catálogo de las gramíneas de México. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1^a (Ed.). 671 p.
- Díaz, R. A.; Flores A. E.; de Luna, J. A.; Luna J. J.; Frías, H. J. T y Olalde, P. V. 2012. Biomasa aérea, cantidad y calidad de semilla de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, en Aguascalientes, México. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 3(1):33-47.
- Dinerstein, E.; Olson, D.; Atchley, J.; Loucks C.; Contreras, S.; Abell, R.; Iñigo, E.; Enkerlin, E.; Enríquez, C. Q. J. F. y Quero, C. A. R. 2007. Reseña de la producción y suministro de semilla de especies forrajeras en México. *In: Velazco, Z. M. E.; Hernández, G. A.; Pérezgrovas, R. y Sánchez, M. B. Producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales.* Universidad Autónoma de Chiapas (UACH). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 217-237 pp.

- Chávez, S. A. H.; Villalobos, E. y Máynes, M. 1984. Contenido y fluctuación de nutrientes de especies nativas consumidas por el ganado en los agostaderos de Chihuahua. *Boletín Pastizales RELC-INIP-SARH*. 15(1):24-27.
- Enríquez, J. F. y Quero, C. A. E. 2006. Producción de semilla de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. INIFAP-Centro de Investigación Regional Golfo-Centro. Campo Experimental Papaloapan, Veracruz, México. Libro técnico Núm. 11. 109 p.
- Flores, A. E. 2013. Pasto rosado *Melinis repens* (Willd.) Zizka. In: Quero, C. A. R. (Ed.). Gramíneas introducidas: importancia e impacto en ecosistemas ganaderos. Biblioteca Básica de Agricultura (BBA) 1ª (Ed.). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 61-72 pp.
- Frost, P. G. H. and Robertson, F. 1987. The ecological effects of fire in savannas. In: Walker, B. H. (Ed.). Determinants of tropical savannas, Oxford Press. ISBN: 1-85221-017-6. 289 p.
- Fuhlendorf, S. D.; Engle, D. M.; Kerby J. and Hamilton, R. 2009. Pyric herbivory: rebuilding landscapes through the recoupling of fire and grazing. *Conserv. Biol.* 23:588-598.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto Nacional de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 217 p.
- García, F. O. 1992. Carbon and nitrogen dynamics and microbial ecology in tallgrass prairie. Ph. D. Dissertation. Kansas State University. Manhattan Kansas. 189 p.
- Haubensak, K.; D'Antonio, C. and Wixon, D. 2009. Effects of fire and environmental variables on plant structure and composition in grazed salt desert shrublands of the Great Basin (USA). *J. Arid Environ.* 73:643-650.
- Hobbs, N. T.; Schimel D. S.; Owensby C. E. and Ojima, D. J. 1991. Fire and grazing in tallgrass prairie: contingent effects of nitrogen budgets. *Ecology*. 72:1374-1382.
- Holechek, J. L.; Pieper R. D. and Herbel, C. H. 2011. Range management-principles and practices. 6th (Ed). Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 444 p.
- INIFAP. 1998. Guía para la asistencia técnica agrícola-área de Influencia del Campo Experimental Pabellón. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, México. 429 p.
- Johnson, L. C. and Mitchell, J. R. 2001. Fire and grazing regulate belowground processes in Tallgrass Prairie. *Ecology*. 82(12):3377-3389.
- Klop, E.; van Goethem, J. and de Long, H. H. 2007. Resource selection by grazing herbivores on post-fire regrowth in a West African woodland savannah. *Wildlife Res.* 34(2):77-83.
- Knapp, M. and Seastedt, J. 1986. Detritus accumulation limits productivity of tallgrass prairie. *Biosci.* 36:662-668.
- Krysl, J. L.; Galyean M. L.; Wallace, J. D.; McCollum, F. T.; Judkins, M. B.; Branine, M. E. and Caton, J. S. 1987. Cattle Nutrition on blue grama rangeland in New Mexico. Agricultural Experiment Station. Bull. 727. New Mexico State University. College of Agriculture and Home Economics. 33 p.
- Leland, J. A., Harbers, L. H.; Schalles, R. R.; Owensby C. E. and Smith, E. F. 1976. Range burning and fertilizing related nutritive value of bluestem grass. *J. Range Manag.* 29:306-308.
- Leis, S. A.; Morrison, L. W. and Debacker, M. D. 2013. Spatiotemporal variation in vegetation structure resulting from pyric-herbivory. *Prairie Naturalist*. 45:13-20.
- McIlvain, E. H. and Armstrong, C. G. 1968. Progress in range research. Woodward Brief 542. Woodward, Oklahoma. 135 p.
- McGranahan, D. A.; Engle, D. M.; Fuhlendorf, S. D.; Winter, S. L.; Miller, J. R. and Debinski, D. M. 2013. Inconsistent outcomes of heterogeneity-based management underscore importance of matching evaluation to conservation objectives. *Environ. Sci. Policy*. 31:53-60.
- McGranahan, D. A.; Henderson, Ch. B.; Hill, J. S.; Raicovich, G. M.; Wilson, W. N. and Smith, C. K. 2014. Patch burning improves forage quality and creates grass-bank in old-field pasture: results of a demonstration trial. *Southeastern Naturalist*. 13(2):200-207.
- Medina, G. G.; Ruiz, C. J. A. y Martínez, P. R. A. 1998. Los climas de México. 1998. Una estratificación ambiental basada en el componente climático. Centro de Investigación Regional del Pacífico Norte. INIFAP- SAGAR. Libro técnico No. 1. 103 p.
- Mehrez, A. Z. and Ørskov, E. R. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci.* 88(3):645-650.
- Melgoza, C. A.; Balandrán, M. I.; Mata, V. R. y Pinedo, G. C. A. 2014. Biología del pasto rosado *Melinis repens* (Willd.) e implicaciones para su aprovechamiento o control. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 5(4):429-442.
- Núñez, G. F. 1971. Digestibilidad *in situ* de algunos zacates nativos del centro de Chihuahua. *Boletín Pastizales. RELC-INIP-SAG.* 3(2):8-11.
- Ojima, D. S.; Parton, W. J.; Schimel, D. S. and Owensby, C. E. 1990. Simulated impacts of annual burning on prairie ecosystems. In: fire in North American tallgrass prairies. Collins, S. L. and Wallace, L. L. (Eds.). University of Oklahoma Press. Norman, Oklahoma. 175 p.
- Ortega, R. L.; Chávez, S. A. y Fierro, G. L. C. 1984. Valor nutricional de las principales especies forrajeras consumidas por caprinos en la parte central de Chihuahua. *Boletín Pastizales-RELC-INIP-SAG.* 16(1):11-22.
- Pitts, J. S.; McCollum, F. T. and Britton, C. M. 1992. Protein supplementation of steers grazing tobosa grass in Spring and Summer. *J. Range Manag.* 45:226-231.
- Risser, P. G. and Parton, W. J. 1982. Ecosystem analysis of the tallgrass prairie: nitrogen cycle. *Ecology*. 63:1342-1351.
- Sacido, M. y Cauhépe, M. A. 1993. Uso del fuego en pastizales: efecto sobre la calidad de los rebrotes. In: Kunst, C. R.; Sipowicz, A. H.; Maceira, N. O. y Bravo, de M. S. (Eds.). Memoria de Seminario- Taller: Ecología y Manejo del Fuego en Ecosistemas Naturales y Modificados. Programa de Recursos Vegetales Naturales y Fauna Silvestre. INTA- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires y Santiago del Estero, Argentina. 243 p.
- Sanderson, M. A. and Wedin, W. F. 1989. Phenological stage and herbage quality relationships in temperate grasses and legumes. *Agron. J.* 81:864-869.
- SAS. 2001. SAS User's Guide: Statistics version 8 (Ed.). SAS Inst. Inc. Cary, NC, USA.
- Scifres, C. J. and Hamilton, W. T. 1993. Prescribed burning for brushland management: the south Texas example. College Station, Texas. Texas A&M University Press. 246 p.
- Sharrow, S. H. and Wright, H. A. 1977. Proper burning intervals for tobosa grass in east Texas based on nitrogen dynamics. *J. Range Manag.* 30:343-346.

- Short, H. L.; Blair, R. M. and Segelquist, Ch. A. 1974. Forage composition and forage digestibility by small ruminants. *J. Wildlife Manag.* 38(2):197-209.
- Sierra, T. J. S.; Saucedo, T. R.; Lara, M. C. R.; Jurado, G. P. y Morales, N. C. R. 2008. Manejo y Aprovechamiento de la Vegetación. *In: Chávez, S. A. H. (Comp.). Rancho Experimental La Campana 50 Años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal.* INIFAP- Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Sitio Experimental La Campana- Madera. Libro técnico Núm. 2. 214 p.
- Smith, E. F.; Young, V. A.; Anderson, K. L.; Ruliffson, W. S. and Rogers, S. N. 1960. The digestibility of forage on burned and non-burned bluestem pasture as determined with grazing animals. *J. Animal Sci.* 19(2):388-391.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1980. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2nd (Ed.). McGraw-Hill Book Co. New York. 633 p.
- Stevens, J. M. and Fehmi, J. S. 2009. Competitive effect of two nonnative grasses on a native grass in southern Arizona. *Invasive Plant Science Management.* 2(4):379-385.
- Tejada, H. I. 1985. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria de México. México, D. F. 387 p.
- Toombs, T. P.; Derner, J. D.; Augustine, D. J.; Krueger, B. and Gallagher, S. 2010. Managing for biodiversity and livestock. *Rangelands.* 32:10-15.
- Ulyatt, M. J. 1980. The feeding value of temperate pastures. *In: Morley, F. H. W. (Ed.). Grazing animals.* Elsevier Scientific Publishing Co. New York. 125-142 pp.
- Van Soest, P. J. 1982. Nutritional ecology of ruminant. O and B books, Corvallis, Oregon. 373p.
- Villanueva, A. J. F.; Mena, H. L.; Herrera, I. R. y Negrete, R. L. F. 1989. Contenido y fluctuación nutricional de cinco gramíneas en trópico seco de acuerdo a su fenología. *Revista Manejo de Pastizales.* 2(2):21-25.
- Wright, H. A. and Bailey, A. W. 1982. Fire ecology: United States and Canada. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley and Sons. New York. 501 p.