

REHABILITACION DE PRADERAS DE ZACATE BUFFEL INVASIDAS POR ARBUSTOS MEDIANTE EL USO DE LA QUEMA PRESCRITA^a

Fernando A. Ibarra Flores^b
Martha H. Martín Rivera^b
Héctor Miranda Zarazúa^c

RESUMEN

Ibarra FFA, Martín RMH, Miranda ZH. *Téc Pecu Méx.* 1999;37(3)9-22. El chírahui (*Acacia cochliacantha* H & B. ex Willd.) es un arbusto agresivo que invade praderas de zacate buffel [*Cenchrus ciliaris* (L.) Link] y limita la producción de forraje en el matorral arborescente. El estudio se realizó en una pradera fuertemente invadida por arbustos, para evaluar la respuesta del pasto al control de los mismos, mediante la quema prescrita. El fuego se aplicó a favor de la dirección del viento durante el verano de 1995 en 3 parcelas de 50 ha. Las variables evaluadas fueron: densidad de arbustos, cobertura de chírahui y densidad, altura, cobertura y producción de forraje del buffel. La mortalidad de arbustos con la quema fue diferente ($P < 0.05$) entre especies, con rangos que variaron de 25 a 81%. La densidad del chírahui se redujo en un 58% con la quema. El zacate buffel no fue dañado por el fuego. La producción de forraje del pasto fue de 1.5 a 2.5 t ha⁻¹ superior ($P < 0.05$) durante todos los años en las áreas quemadas, en comparación con el testigo. De manera acumulativa el área quemada produjo un total de 7.7 t ha⁻¹ de forraje adicional en comparación con el área sin quemar. La quema prescrita aunque controló especies arbustivas invasoras, eliminó también plantas importantes para el ganado y la fauna. Consecuentemente, su aplicación en praderas debe restringirse a sitios con presencia sólo de plantas no deseables.

PALABRAS CLAVE: Control de arbustos, Quema prescrita, Zacate buffel, *Cenchrus ciliaris*, Desierto de Sonora, Producción de forraje.

INTRODUCCION

El zacate buffel [*Cenchrus ciliaris* (L.) Link] se introdujo a Sonora, México a mediados de los 50's y para 1994 éste se había establecido en aproximadamente 400,000 hectáreas (1), y para 1998 ya se

contaba con 740,000 ha (2). Las praderas adecuadamente establecidas con el zacate, producen de 3 a 10 veces más forraje en comparación con el agostadero (3,4). Sin prácticas adecuadas de manejo y mantenimiento en las praderas, la densidad de arbusto se incrementa y la productividad del pasto puede ser seriamente reducida en los primeros 10 años después de la siembra. Esta información es consistente tanto en las planicies del sur de Texas (5), como en el área de matorral arbofruticosa (4)

a Recibido el 8 de febrero de 1999 y aceptado para su publicación el 3 de mayo de 2000.

b Campo Experimental Carbó. INIFAP-SAGAR. Boulevard del Bosque # 7. Colonia Valle Verde. Hermosillo, Sonora. C.P. 83200. Correo electrónico: inifap@rta.uson.mx

c Departamento de Forrajes y Pastizales. CECAR-INIFAP-SAGAR.

y matorral arborescente en Sonora México (6).

De acuerdo a COTECOCA, sólo en el estado de Sonora el chírahui o huinol (*Acacia cochliacantha* H & B. ex Willd.) invade aproximadamente 2.5 millones de ha de agostadero y alrededor de 150,000 ha de praderas de zacate buffel (2). Aunque en ambas situaciones la producción de forraje se reduce de un 30 a 50% en áreas con invasiones de arbustos de ligeras a moderadas (7), la producción de forraje puede reducirse hasta en un 80% con invasiones severas (6).

La susceptibilidad de las plantas al fuego es variable entre especies, y está influenciada principalmente por la forma de vida de las plantas, así como la etapa fenológica; edad, vigor y altura de las especies, cantidad y distribución del combustible, la topografía y las características climáticas prevalecientes antes, durante y después del fuego, entre otros (8,9,10). Generalmente, los zacates perennes son más tolerantes al fuego en comparación con otro tipo de plantas, principalmente porque sus yemas o puntos de crecimiento se localizan en la corona cerca del suelo; consecuentemente, están relativamente protegidas a daños por fuego. En contraste con los arbustos y árboles que son más susceptibles a la quema, debido a que sus yemas apicales se encuentran desprotegidas y más expuestas al daño por el fuego (9,11).

La invasión de arbustos es un serio problema de manejo en los agostaderos, y su control mediante el fuego tiene gran potencial, principalmente en situaciones con abundante cubierta de pasto que

permita fuegos intensos (12,13,14,15). La quema de praderas de buffel durante el invierno no ha mostrado tener efectos adversos en la densidad y producción del zacate en Texas (5,16,17). Resultados similares se han obtenido en la región central de Sonora, México, en las zonas más áridas del matorral arborescente con quemadas en el verano (18). Sin embargo, aún no se ha documentado el impacto del fuego prescrito sobre la vegetación en regiones más húmedas, típicas del matorral arborescente; donde el chírahui es la especie invasora más importante en praderas de zacate buffel (6,7).

El chírahui es un arbusto menos tolerante al fuego en comparación a otras especies con las que se asocia en el matorral arborescente. Si esta hipótesis es cierta y la especie resulta susceptible al fuego, entonces la quema prescrita puede ser usada para rehabilitar praderas de buffel invadidas con este arbusto, sin afectar otras arbustivas importantes del agostadero. Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la quema prescrita, en la reducción de especies arbustivas de bajo valor forrajero para el ganado en praderas de zacate buffel, así como evaluar la respuesta del pasto a la quema de verano.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el rancho "La Casita", municipio de La Colorada, el cual se encuentra localizado 30 km al sureste del poblado de Mazatán, Sonora (28° 51' 17" latitud norte; 109° 57' 05" longitud oeste). La vegetación en el sitio de estudio fue clasificada como matorral arborescente

hasta 1992 (19); a partir de esa fecha fue desmontado y sembrado con zacate buffel. El área se encuentra a una elevación de 540 msnm y se caracteriza por presentar lomeríos bajos con pendientes de 3 a 12%. Los suelos son de origen granítico y de formación aluvial y coluvial, medianamente profundos (20 a 50 cm), de textura franco arenosa y pH de 7.8. Los suelos están clasificados como Xerosoles, Yermosoles y Litosoles (20). El clima es del tipo seco o estepario, semicálido BS₀ (h')hw(e') (21). La precipitación promedio anual es de 450 mm, 70% de la cual usualmente ocurre de julio a septiembre. La temperatura promedio anual es de 22.5°C con temperaturas máximas y mínimas extremas de 45 y -2°C, respectivamente.

El zacate buffel se sembró durante el verano de 1992 sobre una cama de siembra preparada con una rastra pesada de discos, después de que la vegetación indeseable de mayor tamaño fue derribada con la cuchilla frontal de un bulldózer. El zacate se estableció adecuadamente en el mismo año de siembra, pero ni la cuchilla ni la rastra fueron lo suficientemente efectivas para controlar la vegetación arbustiva y arbórea indeseable. En 1995, al inicio del estudio, la pradera se encontraba en condición de regular a buena pero fuertemente invadida por arbustos. La densidad de plantas por hectárea (pl ha⁻¹) de chírahui en las praderas de buffel, 4 años después de la siembra del pasto, fue 3 veces superior a la de los potreros adyacentes no sembrados (3,711 vs 1,255).

La vegetación en el sitio de estudio estaba compuesta en el estrato inferior por zacate buffel principalmente, y en menor

proporción por los zacates grama china (*Cathastecum brevifolium* Swallen), aceitilla [*Bouteloua aristidoides* (H.B.K.) Griseb] y liebrero (*Bouteloua rothrockii* Vasey). El estrato superior estaba dominado preferentemente por arbustos y árboles entre 2 y 5 m de altura, entre los que predominaba el chírahui, uña de gato (*Mimosa laxiflora* Benth.), pintapán [*Anoda cristata* (L.) Schlecht.], sangregado [*Jatropha cardiophylla* (Torr.) Muell. Arg.], vara prieta (*Cordia parvifolia* A.D.C.), confiturilla (*Lantana horrida* H.B.K.), y bachata [*Condalia lycioides* (Gray) Weberb.]. En menor proporción se encontraron el mezquite [*Prosopis glandulosa* (L. Benson) M.C. Johnst.], palo verde (*Cercidium floridum* Benth.), mauto [*Lysiloma divaricata* (Jacq.) Macbr.], vara blanca (*Croton sonorae* Torrey), palo Brasil (*Haematoxylon brasiletto* Karst.), vinorama (*Acacia constricta* Benth.), papache (*Randia thurberi* S. Watts.), salicieso (*Lycium andersonii* A. Gray) y chicura (*Ambrosia ambrosioides* Cav. Payne).

Un año previo al inicio del estudio, las parcelas se excluyeron del pastoreo, con el fin de crear las condiciones favorables de combustible para la conducción del fuego. Antes de la quema se construyeron con bulldózer brechas contra fuego, de 4 m de ancho en la periferia de las parcelas. La quema se aplicó el 18 de junio de 1995 utilizando una antorcha manual de gota, alimentada con una mezcla al 50% de aceite destilado y gasolina.

Previo a la quema, la cantidad de material combustible en pie y en el suelo se estimó mediante cortes de forraje, utilizando cinco cuadrantes de 1 m² por parcela. El

combustible incluyó el material viejo, verde y mantillo. La humedad del combustible se determinó después de que las muestras se secaron en una estufa de aire forzado a 70°C por 72 h (22); todas las estimaciones se expresaron en base a materia seca. El contenido de humedad en el suelo antes de la quema se cuantificó colectando 3 muestras de suelo a 10 cm de profundidad en cada parcela experimental. El contenido de humedad del suelo se determinó gravimétricamente (23), después de que las muestras se secaron en una estufa a 75°C por 72 h. Durante la quema, la temperatura ambiental y la humedad relativa se midieron cada 15 minutos utilizando un psicrómetro (24), y la velocidad del viento con un anemómetro (25).

Los tratamientos aplicados fueron quema y no quema, con tres repeticiones cada uno. El tamaño de la parcela experimental fue de 50 ha para las áreas quemadas y de 1.0 ha para los testigos. El efecto de los tratamientos en los arbustos fue medido en base a densidad de plantas y cobertura aérea de chírahui (%). El efecto de los tratamientos en el buffel fue medido en base a densidad de plantas por metro (pl m^{-2}), cobertura basal (%), altura (cm) y producción de forraje (t ha^{-1}). Todas las evaluaciones se realizaron antes de la quema y en septiembre de cada año de 1995 a 1998. La densidad de arbustos se cuantificó utilizando 3 cuadrantes permanentes de 72.4 m² por parcela (22): La mortalidad de las especies y la emergencia de plantas de chírahui se estimó por diferencia en las parcelas quemadas y no quemadas, comparando la densidad de plantas antes del fuego y durante cada verano después de la aplicación del mismo.

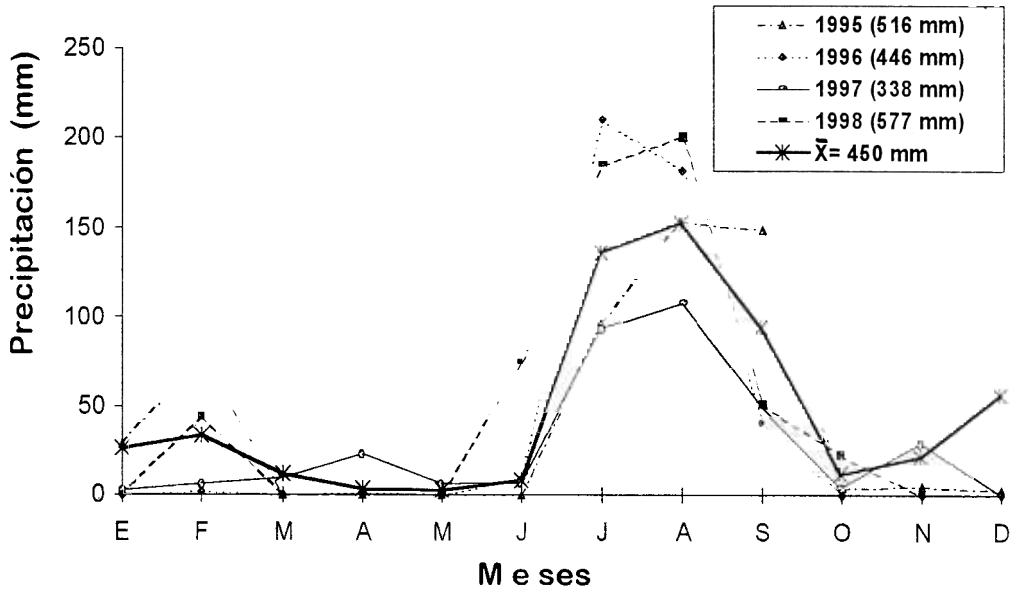
La densidad de plantas de buffel se determinó en tres cuadrantes permanentes de 10 m² por parcela. La cobertura basal del zacate buffel y la cobertura aérea del chírahui se determinaron en tres transectos permanentes de 10 m de longitud por parcela (26). La altura del zacate buffel se determinó en 10 plantas al azar por parcela, midiéndose desde la base al ápice de la misma con una cinta métrica. La producción de forraje se cuantificó mediante cortes al azar, utilizando 15 cuadrantes de 1 m² por parcela y cortando el zacate a 10 cm sobre el nivel del suelo (22). Las muestras de forraje se secaron en una estufa de aire forzado a 70°C por 72 h, y la producción de forraje se expresó en base a materia seca.

La quema y no quema de buffel se comparó utilizando un diseño completamente al azar con 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron analizadas en forma individual mediante varianza (27). Adicionalmente, la información se analizó como un arreglo bifactorial (2x4) cuando se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre años, donde el primer factor fueron los tratamientos, y el segundo factor fueron los años 95, 96, 97 y 98. Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, la comparación entre medias se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey (27).

RESULTADOS

Las lluvias registradas durante el período de estudio fueron muy variables en cantidad, pero la distribución fue relativamente homogénea entre años (Figura 1), con promedios de 516, 446,

Figura 1. Precipitación (mm) en el “Rancho La Casita” durante 1995-1998 y promedio de precipitación durante los últimos 10 años.



338 y 577 mm, para 1995, 1996, 1997 y 1998, respectivamente. En comparación con la media de diez años (450 mm), en 1995 la lluvia estuvo 15% arriba de la media, cercana a la media durante 1996, 25% abajo de la media en 1997 y 28% arriba de la media durante 1998.

Las características de la pradera y las condiciones ambientales prevalecientes al momento del fuego fueron relativamente homogéneas entre las parcelas experimentales (Cuadro 1). El 90% del material combustible estuvo formado por forraje viejo en pie y el 10% restante correspondió a material verde y mantillo. El combustible y las condiciones atmosféricas durante la quema permitieron la conducción del fuego en forma rápida y continua. La quema cubrió aproximadamente el 95% de la superficie de las parcelas; el 5% restante no se quemó por falta de combustible que

interrumpió la continuidad del frente de fuego.

La densidad de arbustos al momento de la quema fue variable entre especies (Cuadro 2), y fluctuó de 27 a 3,711 plantas por hectárea. Las especies con mayor densidad fueron chírahui, uña de gato y pintapán, promediando 3,711, 2,771 y 1,340 pl ha⁻¹, respectivamente; éstas conforman el 63% de la densidad total de los arbustos en el área de estudio. Todas las plantas fueron afectadas por el fuego. La densidad total de arbustos en las parcelas quemadas se redujo de 12,509 a 4,716 pl ha⁻¹, lo que representa un control promedio de 62%. La mortalidad de plantas fue significativamente diferente entre especies ($P < 0.05$) con valores entre 25 y 81%. Los arbustos más dañados por el fuego fueron el pintapán y la uña de gato y se controlaron en un 81 y 76%,

Cuadro 1. Diversos subcomponentes prevalecientes al momento de la quema prescrita en praderas de zacate buffel para el control de arbustos.

VARIABLES	Media	(DE*)
Combustible viejo en pie, t ha ⁻¹		
Combustible verde en pie, t ha ⁻¹		
Combustible mantillo, t ha ⁻¹		
Combustible total, t ha ⁻¹		
Humedad material viejo en pie, %		
Humedad material verde en pie, %		
Humedad en mantillo, %		
Humedad del suelo, %		
Temperatura ambiental, °C		
Humedad relativa, %		
Velocidad del viento, km h ⁻¹		

* Desviación Estándar.

Cuadro 2. Mortalidad de plantas arbustivas en praderas de zacate buffel al cuarto año después de la quema prescrita.

ARBUSTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (pl ha ⁻¹)		MORTALIDAD(%)
	TESTIGO	QUEMA	
Pintapán			81 ^a
Uña de gato			76 ^a
Palo Brasil			66 ^b
Confiturilla			62 ^b
Vara blanca			60 ^b
Salicieso			59 ^b
Vinorama			59 ^b
Chicura			58 ^b
Chírahui			58 ^b
Vara prieta			55 ^b
Papache			49 ^c
Bachata			47 ^c
Sangregado			42 ^c
Mezquite			37 ^c
Palo verde			33 ^c
Mauto			25 ^d
TOTAL			62

a,b,c,d Literales distintas indican diferencia significativa ($P < 0.05$).

respectivamente. El palo Brasil, confiturilla, vara blanca, saliceso, vinorama, chicura, chírahui y vara prieta resultaron menos susceptibles al fuego ($P < 0.05$) y sus densidades se redujeron entre 55 y 66%. Las especies más tolerantes a la quema prescrita ($P < 0.05$) fueron el papache, bachata, sangregado, mezquite, palo verde y mauto, con porcentajes de mortalidad que fluctuaron entre 25 y 49%.

La cobertura aérea total del chírahui en las áreas no quemadas, no mostró cambios significativos ($P > 0.05$) durante los 4 años de evaluación, y fluctuó de 35 a 46% (Figura 2), pero fue diferente ($P < 0.05$) entre años en las parcelas quemadas. La cobertura aérea total del chírahui durante 1995 se redujo en las parcelas de 41% antes de aplicar el fuego a 6% después de realizada la quema. Sin embargo, ésta se incrementó a 15, 17 y 25% durante los

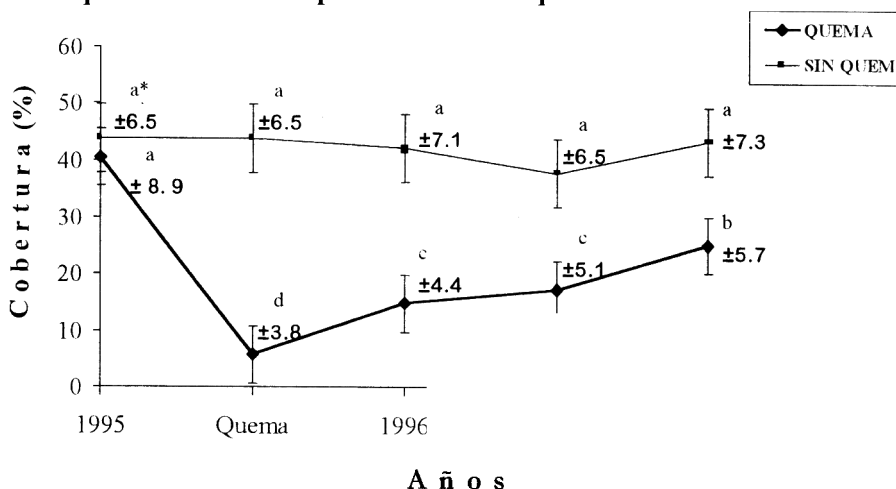
veranos de 1996, 1997 y 1998 respectivamente.

La quema no afectó la emergencia de nuevas plantas de chírahui. La densidad de plantas detectadas de 1995 a 1998 fue similar ($P > 0.05$) entre tratamientos y promedió 400 y 430 pl ha⁻¹ en las parcelas quemadas y sin quemar, respectivamente.

El zacate buffel no fue dañado por la quema prescrita (Cuadro 3). La densidad de plantas varió de 9.3 a 10.6 pl m⁻² en las áreas quemadas y de 9.1 a 9.8 pl m⁻² en las áreas sin quemar, entre 1995 y 1998 respectivamente. La densidad del buffel en las áreas quemadas se incrementó de 2 a 12%, pero las diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos ni entre años.

La altura del zacate buffel fue consistentemente superior ($P < 0.05$) en las

Figura 2. Fluctuación de la cobertura aérea del chírahui en áreas quemadas y sin quemar tres años posteriores a la quema.



* a, b, c, d. Literales distintas dentro de la misma línea señalan diferencias significativas ($P < 0.05$)

áreas quemadas que en los testigos, durante todos los años de evaluación (Cuadro 3). Esta variable fue superior entre 19 y 31% en las áreas quemadas en comparación con las áreas testigo, y varió entre años de 84 a 115 cm en las áreas quemadas, y de 69 a 96.5 cm en los testigos. La altura del zacate fue diferente ($P < 0.05$) entre años solamente en las parcelas quemadas.

La cobertura basal del zacate buffel (Cuadro 3) no fue dañada con la quema y fluctuó entre años de 15.6 a 18.5% en las áreas quemadas y de 12.5 a 14.4% en las áreas sin quemar. Esta variable fue siempre superior ($P < 0.05$) en las áreas quemadas en comparación con el testigo y se incrementó durante todos los años de evaluación entre 25 y 28%. En cada uno

Cuadro 3. Densidad, altura, cobertura basal y producción de forraje del zacate buffel de 1995 a 1998 después del control de arbustos mediante la quema prescrita.

AÑO	QUEMA	SIN QUEMA
— — — — — DENSIDAD, pl m ⁻² — — — — —		
1995	9.3aA	9.1aA
1996	10.4aA	9.8aA
1997	9.6aA	9.3aA
1998	10.6aA	9.5aA
— — — — — ALTURA, cm — — — — —		
1995	115.0aA	88.0bA
1996	109.0aA	92.0bA
1997	84.0aB	69.0bA
1998	115.0aA	96.5bA
— — — — — COBERTURA, % — — — — —		
1995	15.6aA	12.5bA
1996	18.2aA	14.2bA
1997	17.8aA	13.9bA
1998	18.5aA	14.4bA
— — — — — PRODUCCION DE FORRAJE, t ha ⁻¹ — — — — —		
1995	5.3aA	3.2bA
1996	4.9aB	3.3bA
1997	3.9aC	2.4bC
1998	5.5aA	3.0bB

a,b Dentro de cada variable evaluada, literales distintas en hileras indican diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

A,B Dentro de cada variable evaluada, literales distintas en columnas indican diferencia significativa entre años ($P < 0.05$).

de los tratamientos, no se encontró efecto de año en la cobertura del zacate buffel.

La producción de forraje del buffel fue consistentemente superior ($P < 0.05$) en las áreas quemadas que en los testigos durante todos los años de evaluación (Cuadro 3). Esta variable fluctuó de 3.9 a 5.5 t ha⁻¹ en las áreas quemadas y de 2.4 a 3.3 t ha⁻¹ en las áreas sin quemar, siendo los incrementos en la producción de 49 a 83% mayores en las parcelas expuestas al fuego, en comparación con las áreas testigo. La producción acumulada de forraje durante los años de evaluación fue de 19.6 t ha⁻¹ en las áreas quemadas y de 11.9 t ha⁻¹ en las áreas sin quema. Esto representó un aumento en la producción de forraje de 7.7 t ha⁻¹ como resultado de la práctica de quema.

La única interacción que resultó significativa ($P < 0.05$) fue la de años por tratamientos para la producción de forraje, demostrando que a medida que se incrementó la cantidad de precipitación recibida en el sitio, existió un aumento en la cantidad de forraje producido por tratamiento.

DISCUSION

La precipitación ocurrida durante 1994, un año antes de la aplicación del fuego, fue de 467 mm y estuvo ligeramente arriba de la media normal. La lluvia registrada y la protección del pastoreo contribuyeron a la acumulación de material combustible en las parcelas; factor importante para provocar fuegos intensos cuando se desea controlar arbustos (15,28,29), ya que la cantidad de combustible al momento del

fuego está directamente relacionada con la mortalidad de las plantas (30,31,32). El material combustible total al momento del fuego promedió 4.5 t ha⁻¹, que fue casi 3 veces superior a la cantidad de combustible mínimo recomendado (10).

La precipitación está directamente relacionada con la respuesta de la vegetación al fuego (10,14). En este estudio la precipitación (516 mm) registrada durante el año de la aplicación de la quema estuvo 15% arriba de la media y fue muy oportuna después del fuego, lo que promovió un rebrote rápido en las plantas de buffel. Las hojas verdes en el pasto aparecieron 10 días después de la quema, y las plantas alcanzaron 1 m de altura 32 días después de la aplicación de la misma. Otros estudios indican resultados similares en el rebrote del pasto en años con lluvia arriba de la media, tanto después de quemas de invierno para mantenimiento de praderas en Texas (5), como con quemas de verano para el control de arbustos en el desierto de Sonora (33). En contraste, Ibarra et al. (18) encontraron un rebrote pobre del buffel y 1.2 t ha⁻¹ de reducción en la producción de forraje en quemas de verano, seguidas por lluvias 244 mm abajo de la media (320 mm) en el desierto de Sonora.

Aunque todas las especies arbustivas fueron dañadas por el fuego, la susceptibilidad de las plantas fue variable entre especies. Resultados similares se han logrado tanto con fuegos prescritos como accidentales en la zona centro y norte del desierto de Sonora (18,32,34). Los arbustos que murieron con el fuego, fueron detectados en las evaluaciones realizadas inmediatamente durante el verano después de la

de los tratamientos, no se encontró efecto de año en la cobertura del zacate buffel.

La producción de forraje del buffel fue consistentemente superior ($P < 0.05$) en las áreas quemadas que en los testigos durante todos los años de evaluación (Cuadro 3). Esta variable fluctuó de 3.9 a 5.5 t ha⁻¹ en las áreas quemadas y de 2.4 a 3.3 t ha⁻¹ en las áreas sin quemar, siendo los incrementos en la producción de 49 a 83% mayores en las parcelas expuestas al fuego, en comparación con las áreas testigo. La producción acumulada de forraje durante los años de evaluación fue de 19.6 t ha⁻¹ en las áreas quemadas y de 11.9 t ha⁻¹ en las áreas sin quema. Esto representó un aumento en la producción de forraje de 7.7 t ha⁻¹ como resultado de la práctica de quema.

La única interacción que resultó significativa ($P < 0.05$) fue la de años por tratamientos para la producción de forraje, demostrando que a medida que se incrementó la cantidad de precipitación recibida en el sitio, existió un aumento en la cantidad de forraje producido por tratamiento.

DISCUSION

La precipitación ocurrida durante 1994, un año antes de la aplicación del fuego, fue de 467 mm y estuvo ligeramente arriba de la media normal. La lluvia registrada y la protección del pastoreo contribuyeron a la acumulación de material combustible en las parcelas; factor importante para provocar fuegos intensos cuando se desea controlar arbustos (15,28,29), ya que la cantidad de combustible al momento del

fuego está directamente relacionada con la mortalidad de las plantas (30,31,32). El material combustible total al momento del fuego promedió 4.5 t ha⁻¹, que fue casi 3 veces superior a la cantidad de combustible mínimo recomendado (10).

La precipitación está directamente relacionada con la respuesta de la vegetación al fuego (10,14). En este estudio la precipitación (516 mm) registrada durante el año de la aplicación de la quema estuvo 15% arriba de la media y fue muy oportuna después del fuego, lo que promovió un rebrote rápido en las plantas de buffel. Las hojas verdes en el pasto aparecieron 10 días después de la quema, y las plantas alcanzaron 1 m de altura 32 días después de la aplicación de la misma. Otros estudios indican resultados similares en el rebrote del pasto en años con lluvia arriba de la media, tanto después de quemas de invierno para mantenimiento de praderas en Texas (5), como con quemas de verano para el control de arbustos en el desierto de Sonora (33). En contraste, Ibarra et al. (18) encontraron un rebrote pobre del buffel y 1.2 t ha⁻¹ de reducción en la producción de forraje en quemas de verano, seguidas por lluvias 244 mm abajo de la media (320 mm) en el desierto de Sonora.

Aunque todas las especies arbustivas fueron dañadas por el fuego, la susceptibilidad de las plantas fue variable entre especies. Resultados similares se han logrado tanto con fuegos prescritos como accidentales en la zona centro y norte del desierto de Sonora (18,32,34). Los arbustos que murieron con el fuego, fueron detectados en las evaluaciones realizadas inmediatamente durante el verano después de la

fueron significativamente superiores solamente durante 1995 y 1998 (19 y 31% respectivamente), cuando la precipitación estuvo 15 y 28% arriba de la media anual. La mayor altura del buffel en las parcelas quemadas es probablemente debida al efecto combinado de mayor disponibilidad de agua, nutrientes y luz, como resultado de la reducción de la competencia de los arbustos con el fuego (9,36). Respuestas similares en el crecimiento y producción del buffel se han mencionado con quemas prescritas para el control de arbustos en la zona de matorral arbosufrutescente en el centro de Sonora (18).

Por otra parte, la cobertura basal del buffel fue 25 a 28% superior durante todos los años de evaluación, en las áreas quemadas en comparación con el testigo, lo que concuerda con otro estudio realizado (18) bajo condiciones de vegetación similar, pero con 130 mm de precipitación debajo de la media (320 mm). El incremento en la cobertura basal es posiblemente debido a la reducción de la competencia de arbustos (15), a la mayor disponibilidad de nutrientes en las áreas quemadas (37), y a la estimulación del crecimiento basal del pasto que resulta de la remoción del forraje maduro y material muerto en la base de las plantas (10). Contrario a estos resultados, en estudios realizados en Texas en un área con 450 mm de precipitación, se indican cambios no significativos en la cobertura del buffel 3 años después del fuego (5). Esto probablemente se debió a la nula mortalidad de arbustos lograda con la quema, como resultado de la escasa cantidad de combustible al momento del fuego. Sin embargo, en este estudio la cobertura del pasto en las parcelas

quemadas y no quemadas no fue influenciada en el tiempo, a pesar de la variación anual de la precipitación. Esto puede deberse a que la cobertura basal es una variable vegetacional estable y de respuesta lenta (22), por lo que la capacidad biológica pudo no manifestarse bajo estas condiciones.

En relación a la producción de forraje del buffel, ésta fue de 1.5 a 2.5 t ha⁻¹ superior durante todos los años en las áreas quemadas en comparación con el testigo. Cambios similares en la producción de forraje (1 a 2 t ha⁻¹) se han encontrado con el fuego en praderas con 450 mm de precipitación en Texas (5). Este incremento es posiblemente debido a la mayor disponibilidad de nutrientes, agua y luz que tuvieron las plantas en las áreas quemadas, en adición a la reducción de la competencia de los arbustos mediante el fuego prescrito (9,16). En este estudio la producción de forraje se incrementó consistentemente en las áreas expuestas al fuego, incluso en años con 330 mm de precipitación, lo que resulta muy favorable en las zonas áridas y semiáridas no sólo por el forraje adicional producido, sino por la mejor calidad nutritiva del pasto en las áreas quemadas (38). Sin embargo, el crecimiento y la producción de forraje del buffel, pueden resultar seriamente reducidos con el fuego, cuando esta práctica es seguida por veranos secos con lluvias 76% abajo de la media (320 mm) en áreas del matorral arbosufrutescente (18), bajo estas condiciones la producción de forraje durante el año de la quema podría ser superior en las áreas sin quemar, aunque este efecto puede invertirse cuando las condiciones de lluvia se normalizan.

La quema prescrita redujo la densidad y cobertura de arbustos en la pradera, e incrementó significativamente el área basal y la altura del pasto, lo que en conjunto provocó una mayor producción de forraje en las praderas. Sin embargo, esta práctica tuvo poco efecto sobre el establecimiento de nuevas plantas de buffel y chírahui, considerando que el incremento en la densidad de ambos durante el período del estudio fue similar, tanto en el área quemada como en el testigo.

La invasión de arbustos es un problema que se presenta frecuentemente en agostaderos mecánicamente desmontados y sembrados con zacate buffel. El alto costo de los tratamientos mecánicos y de los herbicidas para controlar arbustos, está contribuyendo a que exista cada vez más interés en el uso del fuego como una alternativa para el mejoramiento de praderas de zacate buffel invadidas con arbustos indeseables. Sin embargo, diversos estudios indican que el uso del fuego se debe considerar con muchas reservas, por el peligro que representa cuando se sale de control, por la contaminación ambiental asociada con la práctica y por ser un tratamiento de control poco selectivo entre arbustos (9,10,37). Por lo anterior, la quema prescrita puede no ser la mejor elección comparada con otros métodos de control de plantas.

En este estudio, la hipótesis planteada resultó falsa ya que tanto el chírahui, como el resto de los arbustos con los que esta planta se asocia en la pradera, fueron significativamente reducidos con la quema. El palo verde, mauto, mezquite, confiturilla, uña de gato, sangregado, salicieso y pintapán son especies importantes como forraje en la dieta del ganado y fauna

silvestre (35,39,40). Si bien es cierto que el fuego aplicado bajo estas condiciones, incrementa sustancialmente la producción del buffel, también presenta el riesgo de reducir la diversidad de especies en la pradera. Esto pudiera ocasionar una baja en la producción de forraje de la pradera por la eliminación de especies importantes de ramoneo que producen alimento de buena calidad en las épocas de sequía. Consecuentemente, el uso de la quema prescrita como herramienta para controlar chírahui tiene un futuro limitado cuando el arbusto se encuentra asociado con otras especies deseables de plantas en praderas de zacate buffel.

De acuerdo a los resultados se concluye que el zacate buffel respondió favorablemente a la quema prescrita durante el verano, produciendo anualmente de 1.5 a 2.5 t ha⁻¹ de forraje adicional durante cuatro años después de la aplicación del mismo. El fuego no es una práctica selectiva de control para el chírahui porque eliminó también otros arbustos asociados en las praderas que son de importancia para el ganado y fauna silvestre. La quema puede ser recomendada para mejorar y rehabilitar praderas invadidas principalmente con chírahui.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue realizado con el apoyo parcial del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y de la Fundación Produce Sonora A. C., así como del Lic. Ricardo Mazón Lizárraga, propietario del rancho. Se agradece a los C. Ing. Emilio Murrieta Amaya, T.A.R. Aurelio Ramos Johnson y

el Sr. Cruz Ibarra Qihui por su invaluable apoyo durante la conducción de la quema y la colección de los datos.

REHABILITATION OF BUFFEL GRASS PASTURES INFESTED WITH BRUSH THROUGHOUT PRESCRIBED BURNING.

ABSTRACT

Ibarra FFA, Martín RMH, Miranda ZH. *Téc Pecu Méx.* 1999;37(3)9-22. Chirahui (*Acacia cochliacantha* H & B. ex Willd.) is an aggressive shrub which infests buffelgrass [*Cenchrus ciliaris* (L.) Link] pastures and limits forage production in the arborescent brush type. This study was conducted in a buffelgrass pasture highly infested with brush to evaluate the response of the grass to brush control by prescribed burning. Burning was applied as a head-fire in June 1995 on three 50 ha plots. Evaluated variables were: total brush density, chirahui cover and buffelgrass density, height, cover and forage production. Brush mortality with fire was different ($P < 0.05$) among species and varied from 25 a 81%. Densities of chirahui were reduced by 58% with burning. Buffelgrass was not damaged by fire. Buffelgrass forage production was 1.5 to 2.5 t ha⁻¹ greater ($P < 0.05$) during all years on burned areas as compared to untreated controls. Burned pastures produced a total of 7.7 t ha⁻¹ of cumulative additional forage as compared to untreated plots. Although, prescribed burning controlled invasive shrub species, it also eliminates important species for cattle and wildlife. Consequently, its application on buffelgrass pastures must be restricted only to sites with undesirable brush species.

KEY WORDS: Brush control, Prescribed burning, Buffelgrass, *Cenchrus ciliaris*, Sonoran desert, Forage production.

LITERATURA CITADA

- Martin-R MH, Cox JR, Ibarra-F F. Climatic effects on buffelgrass productivity in the Sonoran Desert. *J Range Manage* 1995;48(1)60-63.
- Aguirre MR. Situación actual de praderas de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) establecidas en el estado de Sonora. Informe interno COTECOCA-SAGAR 1998;(1):1-16.
- Hanselka CW. Grazing management strategies for buffelgrass *Cenchrus ciliaris*. In: Runge ECA *et al.*, editors. Buffelgrass: adaptation, management and forage quality Symposium. College Station TX., US. 1985:53-65.
- Ibarra F, Martín M, Cajal C, *et al.* Importancia del buffel en el aprovechamiento del pastizal nativo y recomendaciones para su establecimiento y manejo derivado de la investigación regional. En: BANAMEX editor. Memorias del IV Simposium internacional de ganadería. Hermosillo, Son. Mex. 1987:96-122.
- Hamilton WT, Scifres CJ. Prescribed burning during winter for maintenance of buffelgrass. *J Range Manage* 1982;35(1)9-12.
- Borjas MH. Control de arbustivas indeseables en praderas de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en la región de Sahuaripa, Sonora [tesis licenciatura]. Sonora, México. Universidad de Sonora; 1997.
- Ibarra FF, Martín M, Cox, JR, Morton HL, Silva M, Cázares O. Efecto del fuego planeado en praderas de zacate buffel invadidas por arbustos. En: INIP-SAG, editores. Investigación Pecuaría en el Estado de Sonora. Sonora. 1989:93-97.
- Roberts KW, Engle DM, Weir JR. Weather constraints to scheduling prescribed burns. *Rangelands* 1999;21(6):6-7.
- Scifres CJ. Brush management. Principles and practices for Texas and the southwest. 1st ed. College Station Texas, US: Texas A&M Univ. Press; 1980.
- Wright HA, Bailey AW. Fire ecology: United States and south Canada. 1st ed. New York, US: John Wiley & Sons Inc.; 1982:501.
- Zwolinski MJ. Fire effects on vegetation and succession. In: Krammes JS editor. Proceedings of the symposium: Effects of fire management of southwestern natural resources. USDA Forest Service. Rocky Mountain Forest and Range Exp. Sta. 1990:18-24.
- Cox JR, Ibarra-F FA, Martin-R MH. Fire effects on grasses in semiarid deserts. In: Krammes JS editor. Proceedings of the symposium: Effects of fire management of southwestern natural resources. USDA Forest Service. Rocky Mountain Forest and Range Exp. Sta. 1990:43-49.
- Trollope WSW. Controlling brush encroachment with fire in the savanna areas of south Africa. *Proc Grassld Soc Sth Afr* 1980;(15):173-177.

14. Wright HA. Role of fire in the management of southwestern ecosystems. In: Krammes JS editor. Proceedings of the symposium: Effects of fire management of southwestern natural resources. USDA. Forest Service. Rocky Mountain Forest and Range Exp. Sta. 1990:5.
15. Hodgkinson KC. Shrub recruitment response to intensity and season of fire in a semi-arid woodland. *J Appl Ecol* 1991;(28):60-70.
16. Mayeux HS, Hamilton WT. Response of common (*Isocoma coronopifolia*) and buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) to fire and soil-applied herbicides. *Weed Sci* 1983;31(3):355-360.
17. Hanselka CW. Buffelgrass: South Texas wonder grass. *Rangelands* 1988;10(6):279-281.
18. Ibarra-F F, Martín-R M, Cox JR, Miranda ZH. The effect of prescribed burning to control brush species on buffelgrass pastures in Sonora, Mexico. In: Krammes JS, *et al.*, editors. Proceedings of the Symposium Effects of fire on the Madrean Province ecosystems. USDA Forest Service. 1997:195-204.
19. COTECOCA. Tipos de vegetación, sitios de productividad forrajera y coeficientes de agostadero del estado de Sonora. 1988;(1):1- 361.
20. FAO-UNESCO. Soil map of the world volume 3, Mexico and central America. 1st ed. New York, US: FAO-UNESCO Book Co.; 1975.
21. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1973.
22. Avery TE. Natural resources measurements. 2nd ed. New York, US. McGraw-Hill Book Co.; 1975.
23. Gardner WH. Water content. In: Klute A. editor. Methods of soil analysis Part I Physical and mineralogical methods. 2nd ed. Madison, Wisconsin, US: American Society of Agronomy Inc.; 1982:493-544.
24. Battan LJ. Fundamentals of meteorology. 1st ed. Englewood Cliffs, N.J. US: Prentice-Hall, Inc.; 1979.
25. Unwin DM. Microclimate measurement for ecologists. 1st ed. New York, US: Academic Press, Inc.; 1980.
26. Canfield RH. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J Forest* 1941;(39):388-394.
27. Steel RGD, Torrie JH. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. 2nd ed. New York, USA: McGraw-Hill Book Co.; 1980.
28. Frandsen HW. Modeling big sagebrush as a fuel. *J Range Manage* 1983;36(5):596-600.
29. Cheney NP, Gould JS, Catchpole WR. The influence of fuel, weather and fire shape variables on fire-spread in grasslands. *Int J Wildland Fire* 1993;3(1):31-44.
30. Wright HA, Bunting SC, Neuenschwander LF. Effect of fire on honey mesquite. *J Range Manage* 1976;29(6):467-471.
31. Smith FR, Tainton NM. Effects of season of burn on shrub survival, regeneration and structure in the Natal Drakensberg. *J Grassl Soc Sth Afr* 1985;2(2):4-10.
32. Patten DT, Cave GH. Fire temperatures and physical characteristics of a controlled burn in the upper Sonoran Desert. *J Range Manage* 1984;37(3):277-280.
33. Ibarra FF, Martín RM, Torres LR, Silva MF, Mortou HL, Cox JR. The brittlebush problem and potential control measures in buffelgrass pastures in Sonora, Mexico. In: WSWS editors. Proc of the 39th Meeting of the Western Society of Weed Science. San Diego, Calif. US. 1986:57-66.
34. Cave GH, Patten DT. Short-term vegetation responses to fire in the upper Sonoran desert. *J Range Manage* 1984;37(6):491-496.
35. Ibarra FFA, Martín RMH. Establecimiento del zacate buffel. En: PATROCIPES editores. Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate buffel. Hermosillo, Sonora, Méx. 1995:15-30.
36. Parker VT, Kelly VR. Seedbanks in California chaparral and other Mediterranean climate shrublands. In: Leck MA, *et al.*, editors. Ecology of soil seed banks. San Diego, Calif. US. 1989:231-255.
37. Sweet RJ. Brush control with fire in *Acacia nigrescens* /*Combretum apiculatum* savanna in Botswana. *Proc Grassl Soc Sth Afr* 1982;(17):25-28.
38. Hanselka CW. Forage quality of common buffelgrass as influenced by prescribed fire. *Tex J Agric a Nat Res* 1989;(3):15-18.
39. Miranda ZH, Martín RMH. Las leguminosas en el estado de Sonora. *Fomento Ganadero* 1988;(17):9-10.
40. Alcaráz FR. Importancia de las plantas forrajeras y tóxicas. *Fomento Ganadero* 1989;(19):11-13.