
CAMBIO EN LA POBLACIÓN DE GRAMÍNEAS EN UN PASTIZAL ABIERTO BAJO SISTEMA DE PASTOREO CONTINUO EN EL NORTE DE MÉXICO

Jesús Herrera Corral, Yolanda Herrera Arrieta, Francisco O. Carrete Carreón,
Norma Almaraz Abarca, Néstor Naranjo Jiménez y Francisco J. González González

RESUMEN

La actividad humana modifica hábitats, causa extinción de especies y dispersión de las consideradas como invasoras. En este estudio se evaluaron los cambios en la población de gramíneas ocurridos en un pastizal abierto sujeto a pastoreo continuo durante 30 años. Se consideró un pastizal de 2000ha, donde las especies presentes, su frecuencia, densidad, dominancia y productividad fueron determinadas en 1979, 1999 y 2008. Se estimó un incremento de 16 especies en 2008 con res-

pecto a 1979, se registró la pérdida de siete especies durante el periodo de estudio y se apreció un incremento de la biomasa en un 360%, lo que permitió estimar un cambio en la carga animal de 7,6 a 2,11ha por unidad animal. La presión ejercida por el pastoreo continuo durante 30 años en el pastizal mediano abierto indujo cambios en composición, número de especies y producción forrajera.

Introducción

La biodiversidad del planeta nunca se ha mantenido estática. El cambio en la biodiversidad es multifactorial y por ello ha sido difícil su evaluación. Históricamente, cada generación y cada sistema económico ha estado asociado a un paisaje distinto, con diferentes composiciones y comunidades, por lo que Lugo (2001) afirma que la flora y fauna serán distintas a lo familiar en el siglo XXI.

Cuantificar y cualificar los recursos naturales son dos aspectos importantes para el desarrollo económico y agroindustrial de una región o de un país. Los cambios que se den en la composición de los agroecosistemas en el transcurso del tiempo impac-

tarán directa e indirectamente sobre los procesos de aprovechamiento.

El pastoreo como factor de cambio dependerá del sistema empleado, de la intensidad y de las características del ecosistema, y no únicamente de la ganadería por sí misma (Travieso *et al.*, 2005; De la Orden *et al.*, 2006). Los cambios drásticos en el pastizal podrán reducirse a la pérdida de especies, tendiendo con ello a la homogeneización de la vegetación; pero también hay manifiesta controversia en cuanto a que el resultado de la intervención del hombre es el incremento en el número de especies (Lugo, 2001). Es necesario visualizar la pérdida e incremento de especies en el pastizal como elementos de cambio, ya que

con ello se podrán realizar ajustes que permitan mayor eficiencia en el manejo del recurso.

El cambio en la composición de especies de gramíneas repercute en la producción de biomasa y con ello cambia la composición de la dieta de los animales, por lo que es importante el monitoreo continuo con la finalidad de establecer sistemas de manejo que permitan obtener la mayor producción con el mínimo deterioro del recurso.

El presente estudio fue realizado para verificar los cambios que, en la población de gramíneas, ha sufrido un pastizal natural ubicado en una zona semidesértica que durante 30 años ha estado bajo la presión del sistema de pastoreo continuo.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El área de estudio tiene una superficie de 2000ha y está ubicada en la zona de semidesierto, en el municipio de Durango, México, entre 24°09'-24°13'N y entre 104°16'-104°20'O, a 1950msnm (INEGI, 1989). El área posee un clima semiárido del tipo BS1kw(w)(e) y temperatura media anual de 16°C (García, 1973). La precipitación es de 450-550mm al año, con régimen de lluvias en verano, de junio a setiembre (COTECOCA, 1979). El suelo es de origen *in situ*, derivado de roca ígnea, textura arenoso a franca, estructura granular, drenaje interno de medio a rápido, escurrimiento superficial mo-

PALABRAS CLAVE / Biodiversidad / Especies Invasoras / Pastizal Mediano / Pastoreo Continuo /

Recibido: 11/02/2010. Modificado: 09/03/2011. Aceptado: 10/03/2011.

Jesús Herrera Corral. M en C. en Biotecnología de la Nutrición de Rumiantes y Doctorante en Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), México. Profesora Investigadora, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN), Duran-

go. México. Dirección: CIIDIR-IPN, Sigma 119, Frac. 20 de Noviembre II, Durango, México. e-mail: jherrera@ipn-mx

Yolanda Herrera Arrieta. Doctora en Sistemática de Plantas, McGill University, Canadá. Profesora Investigadora, IPN, Durango, México.

Francisco O. Carrete Carreón. Doctor en Nutrición de Ru-

miantes, Texas A&M University, EEUU. Profesor Investigador, UJED, México.

Norma Almaraz Abarca. Doctora en Fisiología. IPN, México. Profesora Investigadora, Titular, IPN, Durango, México.

Néstor Naranjo Jiménez. M en C. en Biotecnología de la Nutrición de Rumiantes y Doctorante en Ciencias Agropecuarias, UJED,

México. Profesor Investigador, IPN, Durango, México.

Francisco González González. Doctor en Planificación de Usos, Manejo y Diseño, Texas Tech University, EEUU. Investigador. Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Durango, México.

CHANGE IN GRASS POPULATION IN AN OPEN GRASSLAND UNDER CONTINUOUS GRAZING IN NORTHERN MEXICO

Jesús Herrera Corral, Yolanda Herrera Arrieta, Francisco O. Carrete Carreón, Norma Almaraz Abarca, Néstor Naranjo Jiménez and Francisco J. González González

SUMMARY

Human activity modifies habitats, leads to the extinction of species, and causes dispersal of those considered as invaders. The aim of this study was to define the changes in an open grassland subjected to continuous grazing during 30 years. A 2000ha pasture was considered, where frequency, density, dominance, and productivity of the species present were established in 1979, 1999 and 2008. An increase of 16 species

in 2008 compared to 1979 was found, the loss of seven species during the study period was recorded, as well as a biomass increase of 360%, which allowed to estimate a change in stocking rate from 7.6 to 2.11ha per animal unit. The pressure of continuous grazing for 30 years within the mid-size open grassland induced changes in the composition, number of species, and forage production.

ALTERAR NA POPULAÇÃO DE GRAMÍNEAS EM UM PASTO ABERTO BAIXO SISTEMA DE PASTOREIO CONTÍNUO NO NORTE DO MÉXICO

Jesús Herrera Corral, Yolanda Herrera Arrieta, Francisco O. Carrete Carreón, Norma Almaraz Abarca, Néstor Naranjo Jiménez e Francisco J. González González

RESUMO

É evidente que a atividade humana modifica os habitats e extinção de espécies e causar dispersão daqueles considerados como outsiders. O objetivo deste estudo foi definir as mudanças em um assunto de gramíneas meio ao pastejo contínuo por 30 anos. Para eles, era considerado um pasto, 2.000 ha, que foram estabelecidos em 1979, 1999 e 2008, as espécies presentes, a sua frequência, densidade, dominância e produtividade.

Mostrou um aumento de 16 espécies em 2008 comparado a 1979, registrou uma perda de 7 espécies durante o período de estudo e de biomassa aumentou 360%, o que nos permitiu estimar uma mudança na taxa de lotação de 7,6-2,11 ha / unidade animal. A pressão do pastoreio contínuo de 30 anos no prado médio aberto induziu alterações da composição, o número de espécies e produção de forragem.

deradamente lento y pH de 6,5-7,5 (Rebollo y Gómez-Sal, 2003). La topografía del terreno es plana con ondulaciones y lomeríos muy bajos, con pendientes de 0-10%. La vegetación se compone de gramíneas nativas del género *Bouteloua*, les acompañan *Bothriochloa barbinodis*, *Heteropogon contortus*, *Aristida* spp., *Muhlenbergia* spp., *Trachypogon secundus*, *Enneapogon desvauxii*, *Lycurus phleoides*. El estrato arbustivo está compuesto por *Opuntia* spp., *Acacia tortuosa*, *Prosopis laevigata*, *Celtis pallida* y *Mimosa biuncifera* (COTECOCA, 1979). Desde 1979 se tiene estimado por COTECOCA un índice de agostadero de 7-8,5ha por unidad animal por año.

Muestreos de vegetación

En octubre de 2008 se realizó el muestreo más reciente de vegetación en la

zona de estudio, siguiendo los métodos empleados en años anteriores. Este muestreo fue cotejado con el inventario y producción de gramíneas de los años 1979 y 1999, tomados de los archivos pertenecientes al periodo en estudio. Para realizar los muestreos se emplearon los métodos de intercepción en línea (Canfield, 1941) y cuadro de producción forrajera. Con el procedimiento propuesto por Canfield, se midió la intercepción a ras de suelo de las plantas a lo largo de una cinta métrica, determinando el espacio ocupado por cada especie, así como el suelo desnudo. Los transectos empleados en este estudio son permanentes, tienen 20m de longitud, con separación de 50m entre líneas. El método cuadro de producción forrajera se aplicó mediante el uso de un m² lanzado al azar en el sitio aledaño a cada línea Can-

field. En este muestreo se contabilizó el número de especies y se cortaron a ras de suelo. La biomasa recolectada se separó por especies, se depositó en bolsas de papel y se secó en una estufa a 50°C hasta peso constante, para así determinar la producción de materia seca por ha. Como regla general, los muestreos se evitaron dentro de los 200m a las fuentes de agua para el ganado. Los parámetros obtenidos fueron densidad, dominancia, frecuencia de especies, índice de valor de importancia (IVI), y producción forrajera. Adicionalmente al trabajo de campo, se colectaron ejemplares de las gramíneas y se depositaron en el Herbario del CII-DIR-IPN, unidad Durango. Además, se obtuvieron registros de temperatura, precipitación (1979 a 2008) y carga animal, para conocer la influencia del clima y del manejo sobre la vegetación.

El análisis estadístico comparativo entre años de muestreo se llevó a cabo mediante ANOVA bajo un diseño experimental completamente al azar, previa normalización de los datos usando ln+2 (SAS, 2003). Se realizó una prueba de medias Student-Newman para el nivel de significación. Se estimaron los índices de Shannon-Wiener y de Whittaker para las diversidades alfa y beta, respectivamente (Magurrán, 1988). A los datos climáticos se les aplicó un análisis de correlación, previa normalización usando ln+5.

Resultados

Análisis de la vegetación

Las principales especies de gramíneas registradas en 1979 fueron *Bouteloua curtipendula*, *B. gracilis* y *Bothriochloa barbinodis* (Tabla I), las cuales están consideradas como

deseables para el tipo de pastizal en estudio. Se caracterizó la asociación *Bouteloua Bothriochloa* como la dominante en el área de estudio.

En 1999 se registraron por primera vez las especies *Heteropogon contortus*, *Melinis repens* y *Muhlenbergia minutissima*. En este año, el género *Bouteloua* registró una disminución del 62,14% en el IVI con respecto a 1979.

El muestreo de gramíneas realizado en 2008 evidenció la presencia de 27 especies, de las cuales 16 no fueron registradas en 1979. Con respecto a estas 16 especies no registradas, *Setaria macrostachya* está considerada como deseable y *M. repens* como indeseable desde el punto de vista ecológico, según lo establecido por COTECOCA (1979). En el periodo de estudio se pierde el registro de siete especies (Tabla I), de las cuales *Bouteloua dactyloides* es considerada como deseable y el resto como menos deseables.

El análisis de las líneas Canfield del 2008 señala a *M. repens* y *H. contortus* como las gramíneas de mayor abundancia ($p < 0,01$), siendo la segunda menos frecuente; pero con mayor cobertura que *M. repens* (Tabla II). Este comportamiento permite clasificar la asociación del pastizal como *Heteropogon-Melinis*. El comportamiento del IVI de *M. minutissima* se mantiene, prácticamente, en las mismas condiciones que en 1999 (Tabla II).

Para 2008, el género *Bouteloua* presenta una disminución en el IVI de 90,6%. Con respecto a las especies deseables, *B. curtipendula* es superior en frecuencia (24%) y cobertura (77,9%) que *B. gracilis*. Estas dos especies manifiestan una disminución en el periodo 1999-2008.

Elionurus barbiculmis y *Trachypogon spicatus* son consideradas por COTECOCA (1979) como menos deseables; sin embargo, presentan una disminución progresiva en los parámetros medidos (Tabla II). En 1999, *E. barbiculmis*

era menos frecuente; pero con una mayor cobertura que *T. spicatus*. Para 2008, la frecuencia de ambas especies es la misma, el número de individuos se vio disminuido en un 81,5 y 91,2% y la superficie ocupada por ellas se redujo en 32 y 54,5% respectivamente.

Al considerar los años estudiados, el ANOVA indica diferencias significativas ($p < 0,01$) en frecuencia, densidad y dominancia relativa de las especies. El 1999 se señala como el periodo de transición en la composición del pastizal, presentando una tendencia en el crecimiento de poblaciones de *M. repens*, *H. contortus* y mantenimiento, a mediano plazo, del género *Bouteloua*.

Con respecto a la cobertura, en 1979 se registró el mayor porcentaje de suelo desnudo (70%), disminuyendo este porcentaje a 50 y 34% para los siguientes años de muestreo.

Los índices alfa, beta y gama (Tabla III) evidencian en el área y periodo de estudio un cambio en la diversidad, el cual implica una estructura diferente en la composición y asociación de especies. Tomando en cuenta los valores del IVI para 2008, la tendencia es hacia el incremento de *H. contortus* y *M. repens* (Tabla II).

TABLA I
INVENTARIO FLORÍSTICO DEL PASTIZAL DURANTE TRES MUESTREOS

Nombre común*	Nombre científico	1979	1999	2008
Navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	*	*	*
Banderita	<i>Bouteloua curtipendula</i>	*	*	*
Navajita púrpura	<i>Bouteloua radicata</i>	*		*
Navajita simple	<i>Bouteloua simplex</i>			*
Navajita delgada	<i>Bouteloua repens</i>	*	*	*
Zacate lobero	<i>Lycurus phleoides</i>	*	*	
Zacate tres barbas	<i>Aristida divaricata</i>	*	*	*
Zacate chino	<i>Hilaria cenchroides</i>	*		
Zacate guía	<i>Panicum obtusum</i>	*	*	*
Pelillo	<i>Muhlenbergia repens</i>	*		
Pata de gallo	<i>Chloris submutica</i>	*	*	*
Zacate búfalo	<i>Buteloua dactyloides</i>	*	*	
Abrojo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	*		
Zacate mota	<i>Chloris virgata</i>	*	*	*
Pajón	<i>Sporobolus airoides</i>	*		
Popotillo plateado	<i>Bothriochloa barbinodis</i>	*	*	*
Zacate azucarado	<i>Andropogon saccharoides</i>	*	*	
Lendrilla	<i>Muhlenbergia rigida</i>	*	*	*
Liendrilla	<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	*	*	*
Agujilla grande	<i>Stipa eminens</i>	*	*	*
Pajita cerdosa	<i>Setaria parviflora</i>			*
	<i>Setaria grisebachii</i>			*
Barba negra	<i>Heteropogon contortus</i>		*	*
	<i>Aristida ternipes</i>		*	*
Volador	<i>Aristida pansa</i>			*
Aristida hormiguero	<i>Aristida adscensionis</i>			*
Zacate lanudo	<i>Elionurus barbiculmis</i>		*	*
Zacate rosado	<i>Melinis repens</i>		*	*
Barba larga	<i>Trachypogon spicatus</i>		*	*
Pajita tempranera	<i>Setaria macrostachya</i>		*	*
Amorseco intermedio	<i>Eragrostis intermedia</i>		*	*
Liendrilla fina	<i>Muhlenbergia minutissima</i>		*	*
	<i>Muhlenbergia dubia</i>			*
Zacate pajón	<i>Pennisetum villosum</i>			*
	<i>Eriochloa acuminata</i>			*

* Los nombres comunes fueron tomados de COTECOCA (1979).

TABLA II
PROMEDIO DE LA FRECUENCIA, DENSIDAD, DOMINANCIA E ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL PASTIZAL OBTENIDOS EN 1979, 1999 Y 2008

Especie	Frecuencia relativa			Densidad relativa			Dominancia relativa			IVI		
	1979	1999	2008	1979	1999	2008	1979	1999	2008	1979	1999	2008
<i>B. barbinodis</i>	4,2	4,4	7,9 fg	4,2	4,96	5,7 f	3,2	3,0	6,7 g	11,6	12,3	20,5 h
<i>B. curtipendula</i>	10,1	3,0	10,4 d	14,9	1,4	7,3 d	14,2	1,4	9,1 e	39,2	5,8	26,9 d
<i>B. gracilis</i>	10,2	9,6	7,9 c	17,6	10,6	2,7 c	16	9,7	2,1 c	43,8	29,9	12,8 c
<i>B. hirsuta</i>	1,6	1,7	-	0,8	0,9	-	0,6	0,9	-	3,1	3,5	-
<i>B. radicata</i>	2,0	-	3,5 j	1,1	-	1,0 i	0,9	-	1,2 k	4	-	5,7 l
<i>B. repens</i>	10,4	5,2	0,5 g	22	3,5	0,1 d	11,7	2,8	0,4 f	44,1	11,5	1,1 f
<i>E. barbiculmis</i>	-	2,6	0,5 i	-	1,3	0,2 h	-	2,5	1,7 j	-	6,4	2,8 k
<i>H. contortus</i>	-	6,7	14,9 b	-	4,4	20,3 b	-	5,6	19,2 b	-	16,7	54,5 a
<i>M. repens</i>	-	5,5	15,4 a	-	3,5	17,7 a	-	4,2	19,0 a	-	13,2	54,2 b
<i>M. minutissima</i>	-	6,7	10,4 e	-	13,0	10,2 d	-	14,0	12,0 d	-	33,7	32,7 e
<i>T. spicatus</i>	-	2,0	0,5 i	-	1,6	0,1 g	-	2,0	0,9 g	-	5,6	1,5 i
<i>Muhlenbergias</i> *	5,4	5,2	1,9 ef	1,8	2,5	0,7 e	4,0	4,5	0,7 h	11,2	12,2	3,4 g
<i>Aristidas</i> spp.	-	5,0	2,9 h	-	2,0	2,3 h	-	1,97	1,9 i	-	8,9	7,21 j

* *M. emersleyi* y *M. rigida*, *M. repens*. IVI: índice de valor de importancia. Las literales indican nivel de significación según test Student-Newman.

TABLA III
ÍNDICES DE DIVERSIDAD CALCULADOS PARA
EL PERIODO 1979-2008

Año	Índice de Shannon alfa	Índice de Whittaker beta	Diversidad gama
1979	2,2	0,83	3,13
1999	2,4	0,97	3,37
2008	3,6	1,19	4,79

Producción forrajera y carga animal

Se registraron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) en la producción de gramíneas (Tabla IV). La tasa de producción correspondió a 3,55; 5,56 y 4,83kg/mm de precipitación para 1979, 1999 y 2008, respectivamente.

La carga animal asignada al agostadero durante los 30 años de estudio fue de 400 unidades animal por año (uaa) en una superficie de 2000 Ha, a lo que correspondió 5 Ha/uaa. Durante este periodo, el ható registró un promedio de 90% de fertilidad y 87% de destetes.

Parámetros climáticos

En 1979 se registró una precipitación por debajo de la media estimada para la zona de estudio, la cual se estima entre 450 y 500mm (Figura 1). En 1999 llovió 463,4mm y en 2008 la precipitación se excedió en un 64% de la media.

La temperatura media anual fue de 17°C durante el periodo de estudio. En 2008 se registraron una máxima de 34°C y una mínima de 2°C

(Figura 1), las cuales fueron las más extremas en el periodo de estudio. El análisis de correlación entre precipitación y temperatura mínima y media fue de 0,41 y 0,31 respectivamente, siendo ambas significativas. La correlación entre temperatura máxima y precipitación fue de 0,15 (sin significación estadística). La producción se correlaciona positivamente con la temperatura media (0,83) y precipitación (0,97) y negativamente con la temperatura mínima (-0,85).

Discusión

Cuantificar y calificar los recursos naturales son dos aspectos importantes para el desarrollo económico y agroindustrial de una región o un país. Los cambios que se den en la composición de los agroecosistemas en el transcurso del tiempo impactarán directa e indirectamente sobre los procesos de aprovechamiento.

Para conocer mejor los recursos naturales se ha llegado a la definición de grupos de especies que forman los tipos de vegetación, los cuales están más o menos resueltos en la actualidad (Rzedowski,

TABLA IV
PRODUCCIÓN FORRAJERA Y COEFICIENTE DE CARGA CALCULADA EN EL PASTIZAL MEDIANO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Año	Producción forrajera kg/ms/ha	Coefficiente de carga animal ha/uaa
1979	1067 c	7,69
1999	2780 b	2,95
2008	3875 a	2,11

a, b, c: niveles de significación según test Student-Newman.

1978). Los tipos de vegetación difieren en fisonomía, composición de especies y las relaciones que existen entre ellas. Los cambios en la estructura de la biomasa están dados por elevación, pendiente, suelo, clima, y por la intensidad y frecuencia del pastoreo de las especies vegetales que la componen (Chávez *et al.*, 1986). Por ello se sugiere que la etapa siguiente de estudio deberá orientarse a entender la dinámica de la vegetación, lo cual sería adecuado abordar a escala pequeña, restringiéndola a las especies importantes que regulan esa dinámica (Flores y Yeaton, 2000).

El presente se realizó para verificar los cambios que ha sufrido un pastizal que durante 30 años ha estado bajo la presión del sistema de pastoreo continuo. Los efectos más evidentes son la pérdida y aparición de especies y cambios en las asociaciones; por lo que el pastizal en estudio fue reclasificado de una asociación *Bouteloua-Bothriochloa* a una asociación actual de *Heteropogon-Melinis*.

Es importante dar seguimiento a estos cambios recordando que la amplitud ecológica de la comunidad es generalmente más estrecha que la de la mayoría de las especies que la componen, por lo que pueden cambiar las asociaciones, y disminuir especies vegetales de acuerdo a las modificaciones a que está sujeto el pastizal por factores ambientales y/o antropogénicos.

Laca (2009), menciona que los herbívoros pueden tener un impacto dramático en la producción, composición y función del ecosistema pasti-

zal. En el mismo contexto, Illius y O'Connor (1999) y Briske *et al.* (2008), mencionan que el pastoreo induce modificación en la composición de especies de origen por reducción de la superficie foliar y la fotosíntesis.

El primer procedimiento cuantitativo al evaluar el efecto del pastoreo sobre la composición de la comunidad se basa en el reconocimiento de que el pastoreo selectivo afecta desproporcionadamente más a algunos grupos de plantas que a otros (Dyksterhuis, 1949). El pastoreo selectivo de distintas especies o grupos de especies preferidas, las coloca en desventaja al competir con especies o grupos de especies menos pastoreadas y que tienden a incrementarse, debido a que alteran las interacciones de competencia y de composición de especies dentro de las comunidades (Anderson y Briske, 1995; Laca, 2009).

Lo anterior aporta las bases para discutir el comportamiento de las especies del género *Bouteloua* en el año 2008, las cuales presentaron una disminución de 90,6% en el IVI. Este género, en su mayoría es preferido por el ganado, siendo *B. gracilis* la especie más pastoreada, lo que explica la sensible baja que sufrió durante el periodo de estudio. La mayor frecuencia de esta especie se debe a los atributos fenológicos de sobrevivencia mayores al 90% y a una producción de forraje de 0,1 a 8,1g por planta (Moraes *et al.*, 2007).

El comportamiento de *B. curtipendula* se atribuye a que esta especie tiene, además del 81% de sobrevivencia y 0,1 a 4,2g de producción de forraje,

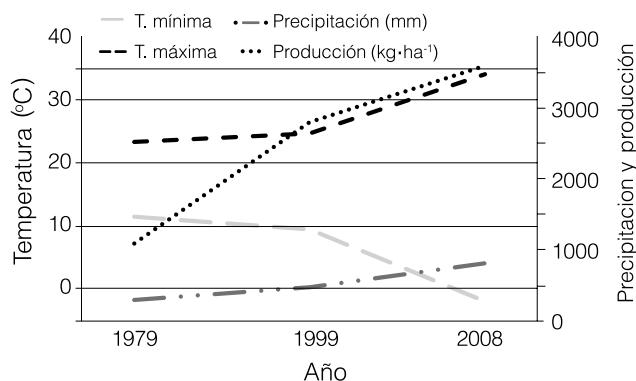


Figura 1. Datos climáticos y producción de forraje en el área de estudio.

una mayor área foliar, lo que le proporciona mayor efecto ecológico en la competencia contra otras especies (Royo *et al.*, 2008).

La reducción de *E. barbiculmis* y *T. spicatus* pudo deberse a una mayor presión de pastoreo que estas especies sufrieron como consecuencia de la disminución de otras especies más apetecibles para el ganado, además de que estas dos especies conservan durante la época invernal una mayor proporción de follaje verde, siendo atractivo al ganado y, por consecuencia, se incrementa su consumo. La presencia de follaje verde se debe a la humedad residual en el suelo, que puede hacer que la mayoría de los pastos no entren en latencia al 100%, pudiendo conservar 5-15% de follaje verde. Cuando la lluvia ha tenido una buena distribución, *B. gracilis* y *B. curtipendula* pueden conservar hasta el 30% de follaje verde en época invernal (Royo *et al.*, 2008).

Como resultado, se observó un mayor índice de consumo por pastoreo frecuente, lo que disminuye el crecimiento ya que las plantas no tienen suficiente oportunidad para la recuperación después de la defoliación y, con ello, la producción primaria generalmente disminuye (Milchunas y Lauenroth, 1993).

La proporción de componentes solubles celulares disminuye a medida que aumenta la edad media y con ello incrementa el contenido de tejido estructural; mientras que con pastoreo frecuente, se reduce el contenido de fibra (Walker *et al.*, 1989; Georgiadis y McNaughton, 1990). Esto explica la frecuencia de pastoreo en los parches, donde los animales en varias ocasiones pastan la misma zona provocando una optimización de energía y nutrientes por unidad de biomasa (McNaughton, 1984), pero puede provocar deterioro del pastizal.

El incremento de especies es indicador de situaciones intermedias de perturbación

(Travieso *et al.*, 2005). El incremento que se dio en el año 2008, puede ser atribuido a la disminución de la competencia, lo que liberó espacios que fueron aprovechados por las especies emergentes locales o introducidas. La disminución de competencia, aunada a las condiciones climáticas propicia para que los propágulos en letargo se activen, excede en gran medida al número de plantas que están en crecimiento. La cantidad de propágulos es dinámica y se incrementa continuamente con la lluvia de semillas o se reduce por los procesos de germinación, predación u oxidación y, por lo tanto, representa un registro tanto del pasado como de la vegetación actual (Royo *et al.*, 2008). Este banco de semillas está relacionado con los cambios de tipo cíclico o sucesional que se pueden presentar en el pastizal (Aguado *et al.*, 1996).

Lo anterior explica la ausencia de *B. radicata* en 1999 y la presencia de *M. repens*, la cual aprovechó los espacios vacíos de terreno para establecerse. El incremento de *M. repens* durante el periodo de estudio se debe a que es una planta de baja apetencia, con mayor resistencia al pastoreo, mayor eficiencia de uso del agua (Quero *et al.*, 2007), rebrota y produce semillas dos veces al año, por lo que incrementa el área foliar y número de plantas. *M. repens* es una especie invasora e indeseable, pero ecológicamente más exitosa que las especies nativas que fueron registradas como nuevas durante el periodo de estudio.

La aseveración de la desaparición de especies o la presencia de nuevas especies de pastos debe proceder solo cuando se tengan los registros continuos de la dinámica de la vegetación de las áreas de interés en un periodo amplio de tiempo, ya que se puede caer en la confusión del tipo de cambio que impacta en la comunidad vegetal debido a que las especies están supeditadas a la influencia de las condiciones climáticas y al

manejo del pastizal. Lugo (2001) menciona que para hablar de extinción de especies es necesario conocer el número de especies y saber emplear la relación área-especie; donde se asume que el número de especies se reduce a cero, se ignora el enriquecimiento durante la sucesión y la recuperación es imposible.

La disminución e incremento de las especies en un pastizal tienen importancia ecológica y económica, repercutiendo en la estabilidad del ecosistema y en la producción de biomasa. Tilman (1999) menciona que la diversidad influye en la productividad del pastizal y la habilidad del ecosistema, y con ello el incremento de especies puede tener ventajas sobre la monoespecificidad del pastizal. Hector *et al.* (1999), aseveran que los pastizales con pocos grupos funcionales son menos productivos. Este efecto se puede en los datos presentados entre 1999 y 2008, ya que a mayor diversidad se obtuvo mayor productividad primaria bajo condiciones de precipitación por arriba de la media y una carga animal pertinente. Al respecto, Bronson y Miller (1981) citan que la cobertura de gramíneas perennes de un pastizal se ve mejorada cuando hay precipitaciones superiores al promedio y además se realizan actividades de manejo adecuado. Aguado *et al.* (1996) relacionan significativamente la precipitación de la época de crecimiento con los factores edáficos y de manejo influyendo en un 47,9% de la variación total en la producción de forraje. Estos autores discriminan a la temperatura máxima por no ser significativa en la producción, dato que se confirma con lo obtenido en este estudio. Sin embargo se debe considerar la temperatura mínima ya que es posible que esté relacionada a los carbohidratos de reserva y con ello al comportamiento productivo del pastizal.

La mejora se da en la cantidad de biomasa que se produce y no en la eficiencia con que las plantas utilizan el agua, ya que se produce

más forraje con más agua pero la eficiencia es superior en el nivel de precipitación histórica (400-500mm). Al respecto, Aguado *et al.* (1996) confirman que precipitaciones mayores ocasionan cambios cíclicos en el pastizal por la presencia de las gramíneas anuales y que las gramíneas perennes tienen requerimientos intermedios de las variables precipitación y temperatura.

El cambio en la composición de especies del pastizal repercute en la producción de biomasa y con ello cambia la composición de la dieta de los animales, por lo que es importante el monitoreo continuo con la finalidad de establecer sistemas de manejo que permitan obtener la mayor producción sin deterioro del recurso.

La multifactorialidad de cambio en el pastizal se complica cuando se incrementa el área de pastoreo, ya que el número de niveles de comportamiento es restringido y los nuevos patrones espaciales dan respuestas no lineales al área de los potreros (Laca, 2009), situación que vuelve más impredecible los cambios que puedan ocurrir en el sistema de pastoreo continuo.

Conclusión

La presión del pastoreo continuo ejercida durante 30 años en el pastizal abierto, aunado a la precipitación, indujo cambios en la composición y número de especies. El aumento de especies que se manifestó causó un incremento de biomasa del 360% en la productividad del pastizal, lo que pudiera transformarse en mayor carga animal. Sin embargo, el cambio en la asociación de *Bouteloua-Bothriochloa a Melinis-Heteropogon* hace necesario realizar estudios sobre la calidad de dieta y composición botánica que permitan evaluar el porcentaje de uso y aporte de nutrientes de las nuevas especies, con la finalidad de contar con más elementos en la toma de decisiones en el manejo futuro del pastizal.

REFERENCIAS

- Aguado SGA, García ME, Velasco GC, Flores FJL (1996) Importancia de los elementos climáticos en la variación florística temporal de pastizales semi-desérticos. *Acta Bot. Mex.* 35: 65-81.
- Anderson VJ, Briske DD (1995) Herbivore-induced species replacement in grasslands: is it driven by herbivory tolerance or avoidance. *Ecol. Applic.* 5: 1014-1024.
- Briske DD, Derner JD, Brown JR, Fuhlendorf SD, Teague WR, Havstad KM, Gillen RL, Ash AJ, Willms WD (2008) Rotational grazing on rangelands: Reconciliation of perception and experimental evidence. *Rangeland Ecol. Manag.* 61: 3-17.
- Bronson FA, Miller RF (1981) Effects of increased precipitation and grazing management on northeastern Montana rangelands. *J. Range Manag.* 34: 3-10.
- Canfield RH (1941) Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J. Forestry* 39: 399-394.
- Chávez SA, Fierro LC, Peña H, Sánchez E, Ortiz V (1986) Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos, en un pastizal mediano abierto en la región central de Chihuahua. *Tec. Pec. Méx.* 50: 90-105.
- COTECOCA (1979) Comisión Técnico-Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA-SARH), Durango. Calypso, México. 200 pp.
- Dyksterhuis EJ (1949) Condition and management of range land based on quantitative ecology. *J. Range Manag.* 2:104-115.
- De la Orden EA, Quiroga A, Ribera JD, Morlán MC (2006) Efectos del sobrepastoreo en un pastizal de altura. Cumbre de Humaya. Catamarca. Argentina. *Ecosistemas* 3: 141-146.
- Flores FJL, Yeaton HRI (2000) La importancia de la competencia en la organización de las comunidades vegetales en el altiplano mexicano. *Interciencia* 25: 365-371.
- García E (1973) *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para Adaptarlo a las Condiciones de la República de México)*. 2a ed., corregida y aumentada. UNAM. México. 217 pp.
- Georgiadis NJ, McNaughton SJ (1990) Elemental and fiber contents of savanna grasses: variation with grazing, soil type, season and species. *J. Appl. Ecol.* 27: 623-634.
- Héctor A, Schmid B, Beierkuhnlein C, Caldeira MC, Diemer M, Dimitrakopoulos PG, Finn JA, Freitas H, Giller PS, Good J, Harris R, Höglberg, Huss-Danell K, Joshi J (1999) Plant diversity and productivity experiments in European grassland. *Science* 286: 1123-1127.
- Illius AW, O'Connor TG (1999) On the relevance of non-equilibrium concepts to arid and semi-arid grazing systems. *Ecol. Applic.* 9: 798-813.
- INEGI (1989) *Carta Hidrológica de aguas superficiales de Durango. G13-11*. Esc 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- Laca E (2009) New approaches and tools for grazing management. *Rangeland Ecol. Manag.* 62: 407-417.
- Lugo EA (2001) El manejo de la biodiversidad en el siglo XXI. *Interciencia* 26: 484-490.
- Magurrán A (1988) *Ecological Diversity and its Measurement*. Chapman and Hall. Londres, RU. 179 pp.
- McNaughton SJ (1984) Grazing lawns: animals in herds, plant form, and co-evolution. *Am. Nat.* 124: 863-886.
- Milchunas DG, Lauenroth WK (1993) Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecol. Monogr.* 63: 327-366.
- Morales NCR, Melgosa A, Núñez O, Báez AD (2007) Potencial forrajero en cinco zacates nativos del estado de Chihuahua. *IV Simp. Int. de Pastizales*. San Luis Potosí, México. p. 254.
- Quero CAR, Enríquez QF, Miranda JL (2007) Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o *status quo*. *Interciencia* 32: 556-571.
- Rebollo S, Gómez-Sal A (2003) Aprovechamiento sostenible de los pastizales. *Ecosistemas* 3: 1-11.
- Rzdowski J (1978) *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 pp.
- Royo MMH, Sierra TJS, Morales NCR, Carrillo RR, Melgoza CA, Jurado GP (2008) Estudios ecológicos de pastizales. En Chávez SAH (Comp.) *Rancho Experimental la Campana 50 Años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal*. INIFAP. México. 213 pp.
- SAS (2003) SAS version 9.1.0.0. SAS Institute Inc. Carry, NC, EEUU.
- Tilman D (1999) Diversity and production in european grassland. *Science* 286: 1099-1100.
- Travieso BAC, Moreno CP, Campos A (2005) Efectos de diferentes manejos pecuarios sobre el suelo y la vegetación en humedales transformados a pastizales. *Interciencia* 30: 12-18.
- Walker JW, Heitschmidt RK, de Morales EA, Kothmann MW, Dowhower SL (1989) Quality and botanical composition of cattle diets under rotational and continuous grazing treatments. *J. Range Manag.* 42: 239-242.