

# EFECTO DEL GATUÑO SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO Y LA BIOMASA HERBÁCEA EN PASTIZALES DEL CENTRO DE MÉXICO

## Effect of Catclaw Mimosa on Soil Fertility and Forage Yield in Rangelands in Central Mexico

Ernesto Flores<sup>1†</sup>, Juan Frías<sup>2</sup>, Pedro Jurado<sup>3</sup>, Víctor Olalde<sup>4</sup>, Juan de Dios Figueroa<sup>5</sup>, Arturo Valdivia<sup>1</sup> y Edmundo García<sup>6</sup>

### RESUMEN

El trabajo se realizó durante los años 2002 y 2003, en los estados de Aguascalientes y Jalisco, con el objetivo de evaluar el efecto del gatuño (*Mimosa monancistra*) en el grado de asociación de algunas variables edáficas, como pH, materia orgánica (MO), fósforo, calcio y magnesio, así como la cantidad de biomasa herbácea en tres sitios con diferente grado de disturbio (Sitio I = excelente, Sitio II = intermedio y Sitio III = degradado), y dos áreas de influencia (dentro y fuera) del dosel de gatuño. Los resultados del análisis de componentes principales mostraron una alta asociación (53%) de las variables pH y MO en el componente principal (CP1) (dentro del dosel de gatuño), mientras que Ca, P y Mg resultaron ser las más importantes en el componente principal 2 (CP2) (fuera del dosel de gatuño), con 21%. Ambos componentes explicaron 74% de la variación total acumulada. La producción de biomasa herbácea resultó afectada por la interacción sitio x área de influencia ( $P \leq 0.01$ ), y se obtuvo una mayor cantidad de ella fuera del dosel de gatuño que dentro de él, en el Sitio I, con un total de 264.7 y 186.5 g m<sup>-2</sup>, respectivamente, aunque ésta no fue diferente de la obtenida en los Sitios II y III, cuyas cantidades fueron de 139.3 y 109.5 g m<sup>-2</sup> fuera, y 45.2 y 65.3 g m<sup>-2</sup> dentro del dosel del gatuño, en las áreas de influencia.

<sup>1</sup> Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Ciudad Universitaria. 20100 Aguascalientes, Ags., México.

<sup>†</sup> Autor responsable (eflores@correo.uaa.mx)

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato. Ex Hacienda El Copal, Irapuato, Gto., México.

<sup>3</sup> Campo Experimental La Campana-INIFAP. 31100 Chihuahua, Chih., México.

<sup>4</sup> CINVESTAV-IPN-Unidad Irapuato. Irapuato, Gto., México.

<sup>5</sup> CINVESTAV-IPN-Unidad Querétaro. Querétaro, Qro., México.

<sup>6</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 56230 Montecillo, Estado de México.

Recibido: abril de 2006. Aceptado: febrero de 2007.

Publicado en Terra Latinoamericana 25: 311-319.

*Palabras clave:* Mimosa monancistra, dosel.

### SUMMARY

This work was carried out in the states of Aguascalientes and Jalisco, Mexico, during 2002 and 2003 to assess the effect of catclaw mimosa on the association of some edaphic variables such as pH, organic matter (OM), phosphorus, calcium and magnesium, as well as on the amount of herbaceous biomass at three sites with different degrees of disturbance (Site I = excellent, Site II = intermedium, and Site III = degraded) and two areas of influence, directly under and outside mimosa canopies. Principal component analysis results showed a high association (53%) of the variables pH and MO within Main component 1 (MC1) (under the mimosa canopy), whereas, Ca, P and Mg were associatively the most important within main component 2 (MC2) (outside the mimosa canopy) with 21%. Both components jointly explained 74% of total accumulated variation. In Site I, herbaceous biomass production was affected by the interaction site x area of influence ( $P \leq 0.01$ ), obtaining a higher yield outside the mimosa canopy than under it with a total of 264.7 and 186.5 g m<sup>-2</sup>, respectively, although this result was not different on Sites II and III, where yields were 139.3 vs. 109.5 g m<sup>-2</sup> and 45.2 vs. 65.3 g m<sup>-2</sup> outside and under the mimosa canopies, respectively.

*Index words:* Mimosa monancistra, canopy.

### INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de pastizales cubren aproximadamente 70% de la superficie total del planeta (Holechek *et al.*, 2004) y representan uno de los mayores biomas, productivos y diversos de los ecosistemas terrestres existentes (IUCN, 1994). En la actualidad, gran parte de ellos están dominados por vegetación arbustiva (WRI, 2000). Una de estas especies leñosas es el gatuño

[*Mimosa monancistra* (Leguminosae-Mimosoideae)], garruño, uña de gato, garabatillo u otros nombres comunes. Esta especie arbustiva es muy conspicua y dominante en ecosistemas naturales del altiplano central, se distribuye ampliamente en los estados de Aguascalientes, norte-centro de Jalisco, norte de Guanajuato, sur de Zacatecas y suroeste de San Luis Potosí, en los cuales *Mimosa*, junto con *Opuntia*, *Prosopis* y *Acacia* son los géneros más importantes en términos de densidad y cobertura de un tipo de vegetación conocido como matorral espinoso (Siqueiros-Delgado, 1996). En general, las plantas arbustivas han sido poco atendidas con relación a las funciones que desempeñan en los ecosistemas de pastizales enclavados en las regiones áridas y semiáridas de México. Entre sus funciones destacan su aporte forrajero para ganado doméstico y fauna silvestre, su función como retenedoras y formadoras de suelo, fuente de materias primas y secuestradoras de carbono atmosférico (González-Castañeda *et al.*, 2004). En los últimos años se han generado estudios tendientes a dilucidar la importancia de estas especies como plantas nodrizas que facilitan el establecimiento de otras plantas y atenúan condiciones climáticas extremas, además de su aporte de nutrimentos a los suelos de ecosistemas de pastizales semiáridos (Archer y Stokes, 2000; Olalde *et al.*, 2000). Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del gatuño sobre el grado de asociación de algunas variables edáficas y la producción de biomasa herbácea en pastizales del centro de México, bajo la hipótesis de que la presencia de gatuño en estos ecosistemas del centro de México tiene una influencia positiva en la concentración de nutrimentos, materia orgánica (MO) y pH del suelo, lo que redundaría en una mayor producción de biomasa de especies herbáceas bajo el dosel de este arbusto, sin importar el grado de deterioro del sitio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los años 2002 y 2003, en pastizales del altiplano central en su porción geográfica correspondiente al estado de Aguascalientes y norte de Jalisco. El clima prevaleciente en la región, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1988), es estepario o semidesértico (Bs). El clima de los distintos sitios del estudio, de acuerdo con la estratificación del estado de Aguascalientes, pertenece a la clasificación de semiárido templado (García, 1988).

La estación lluviosa es de junio a septiembre y se presenta de manera bimodal, con una máxima entre los meses de junio y julio, y otra menor entre los meses de septiembre y octubre, con una precipitación media anual de 450 mm, aunque la estación meteorológica localizada en San Bartolo, Aguascalientes, registró precipitaciones anormales con un total de 643.9 mm, en el año 2002, y 854.7 mm, en el año 2003 (CNA-SMN, 2004). Esta estación pluviométrica se localiza dentro del área geográfica donde se estableció el experimento. La altitud en los sitios de muestreo varía de 1700 a 2000 m; la temperatura media anual es de 16.7 °C, con máximas históricas registradas de 44 °C y mínimas de -13 °C. El sustrato de la región es de origen sedimentario y, en la mayoría de los casos, se presenta un horizonte petrocálcico, conocido como caliche o tepetate, a 20 cm de profundidad en el perfil del suelo, además de un contenido de MO pobre que, en la mayoría de los casos, es menor de 1% (INIFAP, 1988). La vegetación predominante en la región son matorrales de *Opuntia-Mimosa-Acacia-Prosopis* y un estrato herbáceo donde predominan los géneros *Bouteloua-Buchloe-Aristida-Lycurus-Muhlenbergia* (de la Cerda-Lemus, 1996).

Durante abril-octubre del año 2002 se localizaron y seleccionaron tres sitios, con tres repeticiones cada uno, con diferente grado de disturbio causado por sobrepastoreo y se registró el porcentaje de cobertura basal de especies herbáceas, utilizando la línea de intercepción (Canfield, 1941; Pielou, 1977) y la densidad del gatuño por medio del punto central de cuadrante (Cottam y Curtis, 1941). Esta información se utilizó para caracterizar los sitios en tres categorías: excelente (Sitio I), intermedio (Sitio II) y degradado (Sitio III), de acuerdo con la metodología propuesta por Herrick *et al.* (2005) (Cuadro 1).

En el mes de junio de 2002 se tomaron al azar, en cada sitio y área de influencia (dentro y fuera) del dosel de gatuño, cinco muestras de suelo a una profundidad de 20 cm. Las muestras se secaron a temperatura ambiente, se molieron con rodillo de madera y tamizaron

**Cuadro 1. Cobertura basal de especies herbáceas y densidad de gatuño en tres sitios con diferente grado de disturbio en pastizales del centro de México, 2002.**

	Sitio I	Sitio II	Sitio III
Cobertura basal (%)	> 45	10-44	0-9
Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	< 50	51-500	> 500

Sitio I = excelente, Sitio II = intermedio, Sitio III = degradado.

con una Malla 10 (2 mm), se refrigeraron a una temperatura de 7 °C y se realizaron las siguientes determinaciones: pH, MO (%), nitrógeno inorgánico total (NIT, mg kg<sup>-1</sup>), fósforo (P, mg kg<sup>-1</sup>), calcio (Ca, mg kg<sup>-1</sup>) y magnesio (Mg, mg kg<sup>-1</sup>). Para la determinación del pH (1:2.5, suelo:agua) se utilizó un potenciómetro, la MO se obtuvo mediante el método de Walkley y Black, el NIT se determinó por el método Kjeldahl y el P se obtuvo mediante el método Olsen siguiendo las indicaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM AS-02, NOM AS-07, NOM AS-08 y NOM AS-10, respectivamente (SEMARNAT, 2000a). La determinación de cationes solubles Ca y Mg se hizo por medio de un espectrofotómetro de absorción atómica, en el extracto de saturación, siguiendo las instrucciones de la NOM AS-19 (SEMARNAT, 2000a). Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Nutrientes Vegetales del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, de acuerdo con los procedimientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT, 2000b). Los resultados de los análisis de suelos se encuentran esquematizados en el Cuadro 2.

Los datos se analizaron mediante un análisis de componentes principales-ACP (SAS Institute, 1995; Johnson y Wichern, 1992). Con base en distancias euclidianas, los suelos se clasificaron como: excelente = E, intermedio = I y degradado = D. Para enfatizar la importancia de cada variable y obtener la distancia euclidiana de la j-ésima muestra, se empleó la ecuación descrita por Figueroa-Cárdenas (1985).

$$E_{cj} = \left[ \sum (\beta_i \text{ dij})^2 \right]^{1/2}$$

donde: E<sub>jc</sub> = distancia euclidiana general para la j-ésima muestra, tomando en cuenta las distancias ponderadas de todas las variables de calidad; β<sub>i</sub> = ponderación para la variable i-ésima; dij = distancia euclidiana de la j-ésima muestra en la i-ésima variable.

### Producción de Biomasa Herbácea

Durante la primavera de 2003, se estableció un total de 54 exclusiones de 1 m<sup>2</sup> en los nueve sitios experimentales, las cuales se construyeron con varilla de acero y se protegieron con tela "gallinera", para evitar el consumo de forraje por lagomorfos, roedores o ganado. La mitad de las exclusiones se establecieron incluyendo

**Cuadro 2. Análisis físicos y químicos de los suelos de tres sitios con diferente grado de disturbio, sin considerar áreas de influencia (dentro/fuera) del dosel de gatuño en pastizales del centro de México, 2002.**

Sitio	Textura	pH	MO	P	Ca	Mg
			%	- - -	mg kg <sup>-1</sup>	- - -
I	Franco-arcillo-arenosa	6.80	2.16	112	1220	80
II	Franca	6.46	1.48	16	840	60
III	Franca	7.89	0.94	8	470	40

Sitio I = excelente, Sitio II = intermedio, y Sitio III = degradado. MO = materia orgánica, NIT = nitrógeno inorgánico total, P = fósforo, Ca = calcio y Mg = magnesio.

una planta de gatuño dentro del dosel; el resto (27) se colocaron en áreas exclusivamente con cobertura de especies herbáceas. Antes de colocar las exclusiones, en el mes de febrero, se cosecharon, al ras del suelo, las plantas herbáceas, para eliminar material foliar acumulado del año anterior y así estimar la producción de biomasa a partir del follaje producido, exclusivamente en el año 2003. En cada uno de los sitios se realizaron tres muestreos (repeticiones), lo que correspondió a 27 mediciones dentro y 27 fuera del dosel (n = 54). La cosecha se realizó a principios del mes de noviembre. Las muestras de follaje se secaron en una cámara bioclimática marca Craft, modelo Amical-7150, a una temperatura fija de 60 °C durante siete días.

Los resultados de este ensayo se analizaron de acuerdo con un diseño experimental de bloques completos al azar en arreglo factorial completo, donde los factores fueron sitio (I, II y II) y áreas de influencia (dentro y fuera) del dosel de gatuño. El análisis se efectuó mediante el análisis de varianza GLM, para lo cual se empleó el programa estadístico SAS (SAS Institute, 1995). Cuando existieron diferencias entre tratamientos, se aplicó la prueba de rango estudentizado de Tukey ( $P \leq 0.01$ ) (Steel y Torrie, 1980), con el programa estadístico (SAS Institute, 1995).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 3 muestra los resultados de las características físicas y químicas de los suelos encontrados en los tres sitios con diferente grado de disturbio. Cabe señalar que estas determinaciones se realizaron con el propósito de tener una descripción general de las características físicas y químicas imperantes en el área de estudio, para después determinar, mediante el análisis de componentes

principales, el grado de asociación exclusivo de las variables de fertilidad de suelo en los diferentes sitios y las dos áreas de influencia.

Además, el Cuadro 3 describe los valores promedio de las variables químicas indicadoras de fertilidad de suelos encontrados en tres sitios y dos áreas de influencia (dentro/fuera) del dosel de gatuño en pastizales del centro de México, 2002.

En general, el pH del suelo fuera del dosel de gatuño fue más alto (ligeramente alcalino) en los tres sitios, comparado con los valores dentro del dosel del mismo que resultaron ser ligeramente ácidos, en especial en los Sitios I y II, respectivamente. Los valores de MO indican también la influencia de gatuño, ya que fueron más altos bajo el dosel de esta especie que fuera de ella en los tres sitios. Estos resultados concuerdan con los de Luna-Suárez *et al.* (1998), quienes investigaron los valores de pH y MO encontrados en suelos de mezquite y suelos agrícolas, en Guanajuato, en los que determinaron que bajo del dosel del mezquite el pH resultó ser ligeramente ácido 6.0 y la concentración de MO 3%, comparados con 7.4 y 1% de pH y MO encontrados en suelos agrícolas, respectivamente, mostrando el papel de isla de fertilidad del mezquite. Estos resultados muestran que el suelo localizado bajo el dosel de gatuño presenta acumulación de MO sin descomponer, parcialmente descompuesta y la incorporada al suelo está en proceso de descomposición, la cual la confiere un buen funcionamiento físico, químico y biológico al suelo. Con respecto al NIT, se encontró que dentro del dosel de gatuño las concentraciones fueron mayores que fuera de él en todos los sitios y también en todos los casos fue mayor en el Sitio I, seguido del Sitio II y el Sitio III, considerado el sitio degradado. Esto también concuerda con lo encontrado por Fagg y Stewart (1994) en un ensayo

para determinar el papel del mezquite y el huizache en Norteamérica y concluyeron que el contenido de NIT fue 20% mayor en suelos encontrados bajo el dosel de estas especies que en los interespacios. La concentración de fósforo fue mayor dentro del dosel de gatuño que fuera de él debido a que este elemento se relaciona directamente con el contenido de MO del suelo (PPI, 1997). Los valores de Ca y Mg, contrario a la tendencia general en el comportamiento del pH, la MO, el NIT y el fósforo, encontrados en mayores concentraciones dentro del dosel de gatuño, fueron mayores que dentro en todos los sitios. Esto concuerda con los resultados de Belsky *et al.* (1993), quienes estudiaron el efecto de arbustivas leñosas en la savana de Kenya, África, y concluyeron que la concentración tanto de Ca como de Mg fue mayor fuera del área de influencia de *Acacia* spp., debido a que en suelos neutros a ligeramente ácidos existe una mayor disponibilidad de estos elementos, dada la naturaleza calcárea de los suelos encontrados dentro del área de influencia de esta especie. Por otro lado, Frías-Hernández *et al.* (1999) señalan que las concentraciones de Ca y Mg están directamente relacionadas con la MO y el pH, ya que a mayor cantidad de MO el pH se acidifica ligeramente, lo que resulta en una menor disponibilidad de estos elementos.

El análisis de componentes principales (ACP) demuestra que existió 90% de variabilidad en la fertilidad del suelo en los cuatro primeros componentes (Cuadro 4).

El Cuadro 5 presenta los valores y vectores característicos de los primeros dos componentes principales, en los cuales se incluyen el pH y las cuatro variables edáficas de los sitios estudiados.

Para propósitos de interpretación y conveniencia, se utilizaron los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2), los cuales explicaron, en su conjunto, 73%

**Cuadro 3. Valores promedio de las distintas variables de fertilidad de los suelos de tres sitios con diferente grado de disturbio considerando las áreas de influencia (dentro/fuera) del dosel de gatuño en pastizales del centro de México, 2002.**

Área de influencia	Sitio	pH	MO	NIT	P	Ca	Mg
			%		mg kg <sup>-1</sup>		
Dentro	I	6.2	1.67	56.0	80.4	691	67.2
	II	6.4	1.47	35.0	68.4	1014	75.6
	III	7.2	1.12	33.7	42.2	1322	102.2
Fuera	I	7.0	1.13	20.8	12.9	1158	106.1
	II	7.1	0.97	17.3	10.6	1097	108.3
	III	7.8	0.62	16.1	8.0	1236	114.4

Sitio I = excelente, Sitio II = intermedio, Sitio III = degradado; MO = materia orgánica, NIT = nitrógeno inorgánico total, P = fósforo, Ca = calcio, Mg = magnesio.

de la variación total acumulada de la fertilidad del suelo en los datos de pH y las cuatro variables originales, los otros aportaron muy poco (CP3 10.4% y CP4 7.4%, respectivamente), por lo que no se tomaron en cuenta. Los valores más altos de los vectores definen las características de los componentes principales y, por consiguiente, la asociación entre variables. En el componente principal 1 (CP1), la MO fue la variable más influyente; el pH presentó coeficientes negativos, ya que conforme se avanza hacia la parte positiva del (CP1), el pH alcalino tiende a ser neutro u ácido, dado que en esa región influye la MO. A este vector se le denominó "vector orgánico", ya que estas variables se observan altamente relacionadas en este vector (Cuadro 5). Aunque el pH no puede considerarse como una variable perteneciente al vector orgánico, se incluyó dentro de éste, debido a que está directamente relacionado con la capacidad de intercambio catiónico que, a su vez, depende de la MO y el proceso de mineralización por los microorganismos del suelo (Kronkle y Franzmeier, 1995). El segundo componente principal (CP2) se identificó como vector "mineral", ya que presentó coeficientes de asociación positivos con el Ca, el P y el Mg. La dispersión de las variables de fertilidad de suelo obtenida, con base en los dos primeros componentes principales, se muestra en la Figura 1.

La dispersión de las variables de fertilidad del suelo como respuesta a la influencia de los distintos tipos de suelo en los sitios que se clasificaron como excelente E, intermedio I y degradado D, se encuentra representada en la Figura 2, la cual muestra que el pH y la MO se distinguen por ser las variables altamente asociadas dentro del dosel de gatuño (CP1). Por otro lado, el Ca, el P y el Mg resultaron ser las variables más destacadas en el componente principal 2 (CP2), relacionado con el área de influencia fuera del dosel de gatuño (Figura 2).

Como se puede observar en las Figuras 1 y 2, el suelo con baja fertilidad está perfectamente delimitado

**Cuadro 4. Variación acumulada en las variables de fertilidad de suelo para los cuatro primeros componentes principales en suelos de tres sitios con diferente grado de disturbio en pastizales del centro de México, 2002.**

Componentes principales	Proporción	Variación acumulada
1	2.99	0.5
2	1.37	0.73
3	0.62	0.83
4	0.44	0.9

**Cuadro 5. Valores y vectores característicos de los primeros dos componentes principales de las variables edáficas en tres sitios con diferente grado de disturbio en pastizales del centro de México, 2003.**

Variable	CP1 (53%)	CP2 (73%)
pH	-0.479 †	0.142
MO	0.481 †	0.279
P	0.427	-0.123
Ca	-0.100	0.785 †
Mg	-0.426	0.358 †

† Variables más influyentes, CP1 = componente principal 1, CP2 = componente principal 2, pH, MO = materia orgánica.

y se encuentra fuera del dosel de gatuño (CP2), en todos los casos, por la falta de MO y carbono orgánico. El NIT no se incluyó, ya que estuvo correlacionado con la MO y en los diferentes componentes principales estuvo por debajo del componente orgánico y mineral (CP1 0.41 vs 0.48 de MO y CP2 0.40 vs 0.76 de Ca).

### Producción de Biomasa Herbácea

Los resultados de producción de biomasa herbácea se presentan en el Cuadro 6. La interacción sitio por área de influencia resultó significativa ( $P \leq 0.01$ ), porque fue mayor en el área de influencia fuera del dosel de gatuño que dentro de él, en el Sitio I, con un total de 264.7 y 186.5 g m<sup>-2</sup>, respectivamente. En el Sitio II fue de 139.3 g m<sup>-2</sup> fuera del dosel de gatuño contra 109.5 g m<sup>-2</sup> dentro de éste, y 65.3 g m<sup>-2</sup> dentro del dosel de gatuño y 45.2 g m<sup>-2</sup> fuera, en el Sitio III. La biomasa herbácea producida en cada sitio y área de influencia de manera individual fue mayor en el Sitio I que en los Sitios II y III.

Los resultados de biomasa herbácea que se encontraron son semejantes a los de un experimento realizado en 1982, en pastizales localizados en Texas, en el que se determinó que dicha variable se incrementó en zacates perennes a medida que la cobertura de huizache [*Acacia farnesiana* (L.) Willd.] aumentaba entre 9 y 30%, comparado con áreas abiertas (Scifres et al., 1997). Es importante señalar que la biomasa herbácea influenciada por la presencia de gatuño es inversamente proporcional a la densidad, es decir, a medida que aumenta la densidad de este arbusto las diferencias entre la biomasa herbácea de dentro y fuera son menores, caso contrario a la menor densidad encontrada en el Sitio I, en el cual se detectaron las más grandes diferencias en la biomasa herbácea dentro y

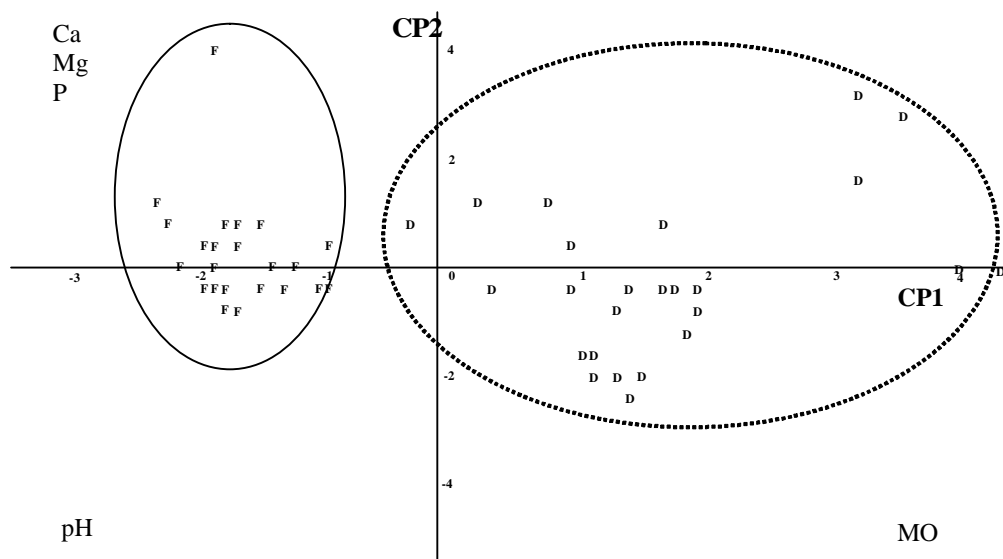


Figura 1. Dispersión de las variables de fertilidad de suelo en los Componentes Principales CP1 y CP2, en relación con las dos áreas de influencia, dentro (D) y fuera (F) del dosel de gatuño en pastizales del centro de México, 2003.

fuera del dosel de gatuño. Por otra parte, también es pertinente señalar que, en el caso del Sitio III, cuyas condiciones edáficas y de vegetación fueron las más pobres, hubo una influencia positiva del arbusto. Esto da lugar a suponer que el efecto positivo o negativo del gatuño dependerá de las condiciones de salud del ecosistema donde se encuentre presente; ahora bien, es posible suponer que bajo condiciones circundantes marginales el comportamiento o el papel de esta especie es el de una planta "nodriza" o "isla de fertilidad",

fenómeno señalado para algunas leguminosas arbustivas que se desarrollan bajo condiciones similares, como el mezquite (*Prosopis* spp.) y el huizache (*Acacia* spp.) (Belsky *et al.*, 1993; East y Felker, 1993; Cruz-Rodríguez *et al.*, 1997; Frías-Hernández *et al.*, 1999). Aunado a esto, se puede adicionar que ya se han detectado efectos positivos del gatuño en la mineralización de la MO y retención de gases de efecto invernadero (Angoa Pérez *et al.*, 2004), y que esta especie es un elemento importante en sitios disturbados, ya que al establecerse

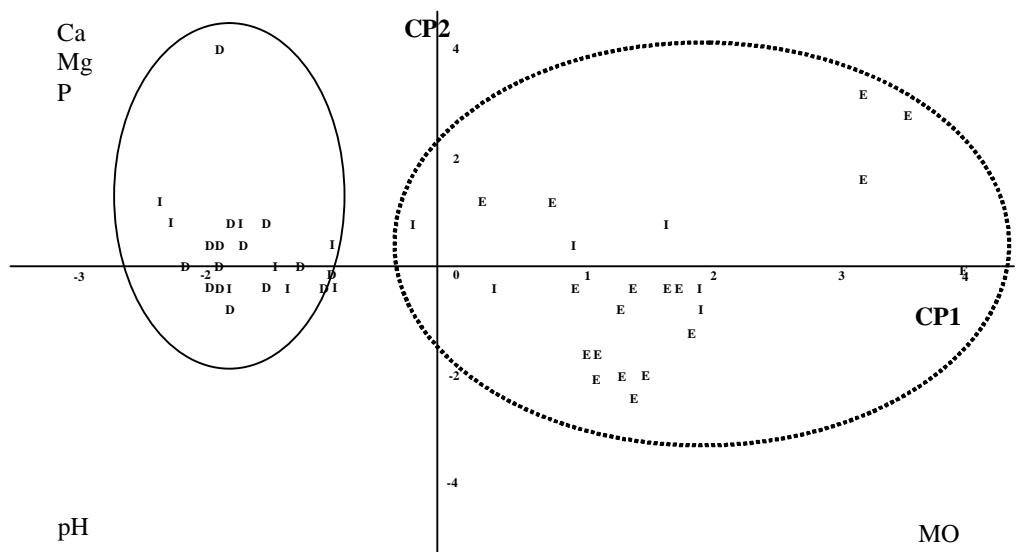


Figura 2. Dispersión de las variables de fertilidad del suelo en los Componentes Principales CP1 y CP2, en relación con los sitios clasificados como excelente E, intermedio I y degradado D, en pastizales del centro de México, 2003.

**Cuadro 6. Biomasa herbácea producida en el área de influencia (dentro y fuera) del dosel de gatuño en tres sitios con diferente grado de disturbio en pastizales del centro de México, 2003.**

Sitio	Biomasa herbácea	
	Dentro	Fuera
	- - - g de materia seca m <sup>-2</sup> - - -	
I	186.5 aA	264.7 aB
II	109.5 bA	139.3 bA
III	65.3 cA	45.2 cA

Medias con letras mayúsculas diferentes dentro de hileras y letras minúsculas diferentes dentro de columnas son diferentes ( $P \leq 0.01$ ). Sitio I = excelente, Sitio II = intermedio, Sitio III = degradado.

podría ayudar a recuperar estos sitios (González-Castañeda *et al.*, 2004), lo cual hace suponer que de manera natural esta especie contribuye al proceso de sucesión vegetal y permite el establecimiento de gramíneas y otras plantas herbáceas, pero que llega un momento que su presencia podría convertirse en un factor de competencia con plantas herbáceas por nutrientes, espacio, luz y agua, lo que se traduce en este estudio en la diferencia de biomasa herbácea dentro y fuera en los dos sitios de mejores condiciones (Sitios I y II, respectivamente). Investigando su efecto como "islas de fertilidad", se encontró que bajo los doseles de gatuño y mezquite [*Prosopis leavigata* (Willd.) M.C. Johnst.], en suelos de Guanajuato, hubo una mayor cantidad de biomasa herbácea, comparado con los interespacios (áreas abiertas) (Olalde *et al.*, 2000). Se ha reportado consistentemente que bajo el dosel de infinidad de arbustos se acumula mayor cantidad de MO (Geesing *et al.*, 2000), lo que hace que los nutrientes estén disponibles al mejorar la mineralización y favorecer el crecimiento de otras especies (Bolton *et al.*, 1990). Bird *et al.* (2002), en pastizales semiáridos de Nuevo México, midieron el secuestro de carbón en el suelo y la heterogeneidad espacial de la estabilidad de agregados del suelo bajo de navajita negra (*Bouteloua eriopoda* [(Torr.) Torr.]), sus inter-espacios y bajo el dosel de mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.), determinando que las variables estudiadas, como estabilidad de agregados, carbono proveniente de carbonatos, carbono orgánico, nitrógeno, relación C:N y la glomalina, fueron mayores bajo el dosel de mezquite, comparadas con las del área de influencia bajo el dosel del navajita negra y sus interespacios. La estabilidad de agregados y la glomalina fueron mayores bajo navajita negra que los inter-espacios. Estos resultados concuerdan con los encontrados en este estudio, puesto que dentro

del dosel del gatuño se encontraron mayores cantidades de MO y NIT en todos los sitios, comparado con los valores encontrados fuera del dosel del mismo. Estas variables son indicadores indiscutibles de fertilidad de suelos (López-Bermúdez y Albadalejo, 1990), aunque debemos integrar otros atributos diferentes a los químicos como los físicos y los biológicos, a fin de tener una idea más clara de la integridad de los ecosistemas (Etchevers, 1999).

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos de fertilidad de suelos y producción de biomasa de plantas herbáceas obtenidos en este experimento, el gatuño influyó positivamente en la cantidad de materia orgánica y las concentraciones de nitrógeno inorgánico total, así como en las concentraciones de fósforo y en menor grado en los valores de calcio y magnesio. Además, afectó positivamente la cantidad de biomasa herbácea, en especial en el sitio más degradado (Sitio III), por lo que podríamos señalar que es una especie arbustiva de gran importancia en algunos procesos ecosistémicos de gran relevancia, como el reciclaje de nutrientes, sucesión vegetal e infiltración del agua en sitios intermedios y degradados (Sitios II y III, respectivamente) en los pastizales semiáridos del centro de México.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Lic. Rosa del Carmen Zapata, Jefa del Departamento de Apoyo a la Investigación de la Dirección General de Investigación y Posgrado, así como las autoridades del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, por el apoyo para la realización de este trabajo.

## LITERATURA CITADA

- Angoa-Perez, M. V., J. G. Castañeda, O. Franco-Hernández H., O. van Cleemput, J. T. Frías H., L. Dendooven, and V. Olalde P. 2004. Trace gas emissions from soil of the central highlands of Mexico as affected by natural vegetation: a laboratory study. *Biol. Fertil. Soils* 40: 252-259.
- Archer, S. and Ch. Stokes. 2000. Stress, disturbance and change in rangeland ecosystems. pp. 18-38. *In*: O. Arnalds and S. Archer (eds.). *Rangeland desertification. advances in vegetation science* 19. Kluwer Academic Publishers. Norwell, MA, USA.
- Belsky, A. J., S. M. Mwonga, R. G. Amundson, J. M. Duxburg, and A. R. Ali. 1993. Comparative effects of isolated trees on their

- undercanopy environments in high and low-rainfall savannas. *Appl. Ecol.* 30: 143-155.
- Bird, S. B., J. E. Herrick, M. M. Wander, and S. F. Wright. 2002. Spatial heterogeneity of aggregate stability and soil carbon in semi-arid rangeland. *Environ. Pollut.* 116: 445-455.
- Bolton Jr., H., H. J. L. Smith, R. E. Wildung, and L. E. Rogers. 1990. Nitrogen mineralization potentials of shrub-steppe soils with different disturbance histories. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 887-891.
- Canfield, R. H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J. For.* 39: 388-395.
- CNA-SMN (Comisión Nacional del Agua-Servicio Meteorológico Nacional). 2004. México. <http://cna-smn.gob.mx> (Consulta: diciembre 2005).
- Cottam, G. and J.T. Curtis. 1941. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451-460.
- Cruz-Rodríguez, J. A., E. García-Moya, J. T. Frías-Hernández, G. Montesinos y J. L. Flores-Flores. 1997. Influencia de los mezquites en la composición y cobertura de la vegetación herbácea de un agostadero semiárido del norte de Guanajuato. *Boletín Soc. Bot. Méx.* 61: 21-30.
- De la Cerda-Lemus, M. 1996. Las gramíneas de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- East, R. M. and P. Felker. 1993. Forage production and quality of four perennial grasses grown under and outside canopies of natural *Prosopis glandulosa* Torr. Var. *glandulosa* (mesquite). *Agrofor. Syst.* 22: 91-110.
- Etchevers B., J. D. 1999. Indicadores de la calidad de suelos. pp. 239-262. *In:* C. Siebe, H. Rodarte, G. Toledo y K. Oleschko (eds.). Conservación y restauración de suelos. Universidad Nacional Autónoma de México y Programa Universitario del Medio Ambiente. México, D. F.
- Fagg, C. W. and J. L. Stewart. 1994. The value of *Acacia* and *Prosopis* in arid and semiarid environments. *J. Arid Environ.* 27: 3-25.
- Figueroa-Cárdenas, J. D. 1985. Métodos para evaluar la calidad de la cebada. Tema didáctico 17. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D.F.
- Frías-Hernández, J. T., A. L. Aguilar L., V. Olalde P., J. A. Balderas L., G. Gutiérrez J., J. J. Alvarado G., J. Castro J., H. Vargas, A. Albores, and L. Dendooven. 1999. Soil characteristics in semiarid highlands of Central Mexico as affected by mesquite trees (*Prosopis leavigata*). *Arid Soil Res. Rehabilitation* 13: 305-312.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto Nacional de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Geesing, D. P., P. Felker, and R. L. Bingham. 2000. Influence of mesquite (*Prosopis glandulosa*) on soil nitrogen and carbon development: implication for global carbon sequestration. *J. Arid Environ.* 46: 157-180.
- González-Castañeda, C., M. V. Angoa P., J. T. Frías H., V. Olalde P., E. Flores A., T. R. L. Terrones R., O. van Cleemput, and L. Dendooven. 2004. Germination of seeds of huizache (*Acacia schaffneri*) and catclaw (*Mimosa monanctra*) as affected by sulphuric acid and mechanical scarification and subsequent growth and survival in green house and field experiment. *Seed Sci. Technol.* 32: 727-738.
- Herrick, J. E., J. W. van Zee, K. M. Havstad, L. M. Burkett, and W. G. Whitford. 2005. Monitoring manual for grasslands, shrubland and savanna ecosystems. Volume II: Design, supplementary methods and interpretation. USDA-ARS. Jornada Experimental Range. Las Cruces, NM, USA.
- Holechek, J. L., R. D. Pieper, and C. H. Herbel. 2004. Range management: principles and practices. 5th ed. Upper Saddle River, NJ, USA.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 1988. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Pabellón, Ags. México.
- IUCN (Internacional Union for the Conservation of Nature). 1994. United Nations list of national parks and protected areas. Prepared by the World Conservation Monitoring Centre (WCMC) and IUCN Commission on National Parks and Protected Areas. Gland. Cambridge, UK.
- Johnson, R. A. and D. W. Wichern. 1992. Applied multivariate statistical analysis. 3<sup>rd</sup> ed. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Kronkle, H. and D. P. Franzmeier. 1995. Soil science simplified. 4th ed. Waveland Press. Prospect Heights, IL, USA.
- López-Bermúdez, F. y J. Alvadalejo. 1990. Factores ambientales de la degradación del suelo en el área mediterránea. pp. 15-45. *In:* J. Alvadalejo., M. A. Stocking y E. Díaz (eds.). Degradación y regeneración del suelo en condiciones ambientales mediterráneas. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España.
- Luna-Suárez, S., J. L. Luna M., J. T. Frías H., V. Olalde P., and L. Dendooven. 1998. Soil processes as affected by replacement of natural mesquite ecosystem with maize crop. *Biol. Fertil. Soils* 27: 274-278.
- Olalde P., V., J. T. Frías H., A. Aguilar L., L. Pescador N. y L. Aguilar I. 2000. Caracterización microbiológica de suelos de islas de fertilidad de mezquite [*Prosopis leavigata* (Humb. & Bonpl. ex Wild) M.C. Johnst.] en ambientes semiáridos. pp. 94-107. *In:* J. T. Frías H., V. Olalde P. y C.E. Vernon J. (eds.). El mezquite árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, Gto. México.
- Pielou, E. C. 1977. Mathematical ecology. John Wiley. New York, NY, USA.
- PPI (Potash and Phosphate Institute). 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos. Research Education. Norcross, GA, USA.
- SAS Institute. 1995. SAS User's guide: statistics 8th ed. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Scifres, C. J., J. L. Mutz, R.E. Whitson, and L. D. Drawe. 1997. Interrelationships of huisache canopy cover with range forage on the coastal prairie. *J. Range Manage.* 35: 558-562.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000a. Normas oficiales vigentes. <http://www.semarnat.gob.mx>. (Consulta: enero 2006).
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000b. Norma Oficial Mexicana-NOM-021-RECNAT. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. México, D.F.



- Siqueiros-Delgado, M. E. 1996. Leguminosas de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags., México.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach, 2nd ed. McGraw Hill. New York, NY, USA.
- WRI (World Resources Institute). 2000. Taking stock of ecosystems-grassland ecosystems. pp. 119-131. *In*: World Resources 2000-2001: people and ecosystems-The fraying web of life. WRI. Washington, DC, USA.