

ESTIMACIÓN DE LA FITOMASA AÉREA DEL GATUÑO (*Mimosa biuncifera* Benth)

Gabriel Córdova Duarte* y Elva Rosa Barbosa Jaramillo*

RESUMEN

Este estudio se realizó en un área de matorral del Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA) de la Universidad de Guanajuato; buscando determinar la ecuación de regresión y las variables dimensionales que predicen con mayor exactitud la biomasa aérea del gatuño (*Mimosa biuncifera*), arbusto importante por su densidad y por el papel que desempeña en los ecosistemas donde se encuentra. Se muestrearon al azar 15 arbustos por fase fenológica: Crecimiento, Floración, Madurez y Latencia, midiéndoles altura, número y diámetro de tallos basales; diámetro mayor y menor de la copa, determinándose área y volumen. La biomasa de hojas más ramitas y la de tallos, se obtuvo, cortando las plantas al ras del suelo. Se aplicó la regresión lineal múltiple. En la estimación de la biomasa de hojas más ramitas, la variable dimensional más importante y la r^2 de la ecuación para el Crecimiento, Floración y Madurez, fueron el volumen y 0.7118, 0.8561 y 0.9507, respectivamente, en Latencia fue el diámetro menor de la copa y 0.7117. Para la estimación del peso seco de tallos fueron la altura de planta y 0.9104, el diámetro menor de la copa y 0.8851, el número de tallos y 0.9728 y el diámetro menor de la copa y 0.6275 para el orden mencionado.

SUMMARY

This study was realized in the shrubland area of the Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA) of the Universidad de Guanajuato, to determine the regression equation and dimensional variables that forecast with greater exactitude the aerial biomass of catclaw (*Mimosa biuncifera*), a shrub important for its density and the part it plays in the ecosystems where it is found. A random sample of 15 shrubs was taken in the stages of growth, flowering, maturity and latency, measuring the height, number of basal stems and their diameter; the greater and lesser diameter of the shrub top; and in determining the area and volume of the shrub. The biomass of the leaves plus the small branches and stems was obtained, culting the shrubs even with the soil. A multiple linear regression analysis was made. In the estimation of the biomass of leaves plus small branches the most important dimensional variable and the r^2 value of the equation for growth, flowering and maturity was 0.7118, 0.8561 and 0.9507 respectively, while in latency it was the minor canopy diameter and $r^2 = 0.7117$. For the estimation of dry weight of stems it was plant height and $r^2 = 0.9104$, the minor canopy diameter and $r^2 = 0.8851$, the number of stems and $r^2 = 0.9728$, and the minor canopy diameter and $r^2 = 0.6275$.

Palabras clave: Biomasa aérea, *Mimosa biuncifera*, Ecuación de regresión, Gatuño.

Key words: Aerial biomass, *Mimosa biuncifera*, Regression equation, Catclaw.

INTRODUCCIÓN

Las extensas áreas desérticas y semidesérticas presentes en el país, se encuentran dominadas por diferentes comunidades de matorrales. En esas comunida-

des, el tipo de plantas más abundantes son los arbustos, que se caracterizan por realizar importantes contribuciones para el mantenimiento y mejoramiento del ecosistema, pues retienen la humedad y el suelo, proporcionan además nutrimentos al suelo y contribuyen a la disponi-

* Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guanajuato. Apartado Postal 483, C. P. 36500, Irapuato, Gto. México.

Recibido: 13 de Diciembre de 1999

Aceptado: 3 de Agosto de 2000

bilidad de energía para el hombre, por el aporte de leña, mejoran por igual, tanto en calidad como en cantidad la dieta de los animales en pastoreo; por ello, las arbustivas constituyen uno de los elementos fundamentales de estudio en los pastizales, para mejorar su manejo y preservar dicho recurso natural.

Uno de esos arbustos es el gatuño (*Mimosa biuncifera*) que forma comunidades con una gran densidad de población en los pastizales no sólo del estado de Guanajuato sino también en otros estados de la República Mexicana (Sosa y Pérez, 1983).

Esta especie se distribuye desde el Valle de México hasta el norte del país, llegando hasta Arizona, Nuevo México y Oeste de Texas (Sánchez, 1968). Es una planta de las consideradas como invasoras, de importancia en las zonas sobrepastoreadas de pastizales amacollados. Debido a lo denso de sus comunidades y a que posee espinas en forma de uña de gato dificulta el pastoreo de ganado en esas comunidades vegetales, lo que favorece el desarrollo y la multiplicación de hierbas y gramíneas bajo su dosel (Sosa y Pérez, 1983). Lo anterior ha provocado que este arbusto haya sido combatido por diferentes medios (García, 1995), sin embargo, un enfoque distinto lo considera como una planta pionera en ecosistemas muy degradados, además contribuye con nitrógeno al suelo (Luna-Suárez *et. al.*, 2000) y como lo menciona Barbosa y Córdova (1992), participa en la dieta de los caprinos.

Su período de crecimiento, en el Estado de Guanajuato, es de cinco meses presentando las siguientes etapas: Crecimiento, que inicia al presentarse la época de lluvias de verano, por lo que varía de junio a julio; Floración, de agosto a septiembre y Madurez en octubre y noviembre; la etapa de Latencia, período donde la planta no tiene crecimiento, cubre desde diciembre hasta el nuevo crecimiento. El contenido de proteína cruda (PC) durante el crecimiento es de 29.43 % y en madurez un 14.10 %. La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica

(DIVMO) tuvo un máximo de 73.2 % en crecimiento y en madurez un 58.46 %. La PC y la DIVMO fueron determinadas en las hojas de la planta (Barbosa y Córdova, 1990).

Existen evidencias de que el gatuño forma parte de la dieta de caprinos en pastoreo ya que se reporta que aunque bajo, el consumo es constante y que además dicho consumo se asocia al de mayor contenido de proteína de la dieta. Esta arbustiva es consumida preferentemente durante la época de floración, lo que refleja la inclinación de las cabras por las partes florales, siguiéndole la madurez luego el crecimiento y por último la latencia, donde la planta detiene su crecimiento vegetativo (Barbosa y Córdova, 1992). El gatuño y el Huizache (*Acacia* sp) presentan valores promedio similares en la dieta de las cabras y en forma conjunta aportan el 20% del total de la dieta (Barbosa *et. al.*, 1995), valor que refleja su importancia en el consumo de los caprinos en pastoreo.

Por todo lo anterior, es importante conocer las características productivas de la arbustiva, sin incurrir para ello, en los métodos tradicionales de evaluación de forraje que son destructivos y requieren buena cantidad de tiempo y esfuerzo (Castañeda *et. al.*, 1990). Bajo esa perspectiva cobran importancia los métodos alométricos que relacionan la biomasa de la planta y las mediciones de algunas características vegetativas. Estos métodos evitan la destrucción del recurso, realizan rápidamente la estimación y evitan el trabajo al momento del corte (Vora, 1988 citado por Castañeda *et. al.*, 1990), además en arbustos las mediciones de producción son mucho más difíciles que en gramíneas (Kirsme y Norton, 1985), debido básicamente a tres factores; tiempo, esfuerzo y la destrucción del recurso para determinar su producción (Castañeda *et. al.*, 1989; Améndola *et. al.*, 1991 y Quiñones *et. al.*, 1989).

Tales métodos tienen como fundamento las características dimensionales del arbusto, fáciles de medir como; diámetro del tallo y de la copa, área, y, volumen (Murray y Jacobson,

1982, Vora, 1988 y Roundy *et. al.*, 1989, citados por Castañeda *et. al.*, 1990). En los estudios alométricos realizados en diferentes arbustos se ha determinado una mayor o menor influencia en la estimación de la masa de forraje de cada una de las variables previamente señaladas, dependiendo su dominio de la etapa de crecimiento y del tipo de arbusto. La biomasa de los arbustos es estimada usando análisis de regresión (Vora, 1988, Murray y Jacobson, 1982 citados por Castellanos *et. al.*, 1991), puesto que han sido asumidas varias formas geométricas de los arbustos, la mayoría de ellas poseen la formas: $Y = a + bx$; $Y = ax^b$; $Y = a + bx_1 + cx_2$.

Las estimaciones de la masa del forraje de arbustos juegan un papel importante tanto en los aspectos vegetativos, al valorar la disponibilidad de material vegetal combustible para la producción de energía, al determinar los índices del nivel de competencia entre estratos vegetativos y al momento que muestra los cambios resultantes de la sucesión vegetal natural o inducida (Murray y Jacobson, 1982, citados por Castañeda *et. al.*, 1990), como en el manejo de la producción animal bajo condiciones de agostadero, en la interpretación del desempeño productivo de los animales y al establecer la respuesta de la vegetación al apacentamiento (Amendola *et. al.*, 1991).

Con base en ello, el presente trabajo plantea como objetivo: determinar las variables dimensionales y las ecuaciones de regresión que realicen una mejor predicción de la biomasa aérea (tallos, hojas más ramitas) de *Mimosa biuncifera* en sus diferentes etapa fenológicas.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló, de mayo a diciembre de 1997, en un matorral micrófilo espinoso con pendiente moderada, ubicado en el agostadero del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato en el municipio de Irapuato, Gto., localizado a los 20° 44' 22" de latitud norte y 101° 19' 19" de longitud

oeste a una altitud de 1750 msnm. La precipitación promedio anual es de 650 mm y la temperatura promedio varia de 18-22° C.

Se consideró una densidad de gatuño (*Mimosa biuncifera*) de 4500 plantas/ha con base en el estudio de García (1995), lo anterior basado en el hecho de que la zona de estudio fue prácticamente la misma. Se seleccionaron al azar 15 arbustos por fase fenológica Crecimiento, Floración, Madurez y Latencia, con fechas de muestreo de 21 de mayo, 14 de julio, 11 de septiembre y 30 de diciembre de 1997, respectivamente. A dichos arbustos se les midió la altura, diámetro mayor y menor de la copa, número y diámetro de los tallos basales, evaluados a una altura de 10 cm sobre el suelo; con esas variables se determinó el área del arbusto ($A = \pi ab$, donde a = radio mayor de la copa del arbusto y b = radio menor de la copa del arbusto) y el volumen ($V = 1/3 \pi r^2 h$, donde $r = 1/2 a + 1/2 b$).

Los arbustos se cortaron al ras, posteriormente cada uno de ellos se fraccionó en tallos, hojas y ramitas que se colocaron en bolsas de papel, se dejaron secar al medio ambiente y después cada bolsa se colocó en la estufa a una temperatura de 65° C durante 48 horas hasta que alcanzaron el peso constante; enseguida, se determinó el peso seco de tallos y de hojas más ramitas.

A continuación se aplicó el método de selección de variables de Stepwise del paquete estadístico SAS para determinar las variables que mejor predicen la biomasa de tallos y de hojas más ramitas del gatuño.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables dimensionales

En el área de estudio el gatuño en estado adulto se caracterizó por tener una altura de 85 cm, resultado muy similar al determinado por García (1995), de 88 cm y al reportado por Sosa y Pérez (1983), de 86.4 y 69.4 cm para dos sitios de pastizal en Chihuahua; la forma de

su copa es una elipse lo que se confirma con su diámetro de 1.3 por 1.13 m (Cuadro 1); además tiene un diámetro promedio de tallos basales de 0.70 cm y promedia alrededor de 13 tallos, cantidad superior a los 10 tallos basales obtenida por García (1995), sin embargo, la misma autora señala que esa cantidad se dispara casi al triple cuando dicha arbustiva se corta al ras del suelo.

Cuadro 1. Variables dimensionales, en promedio, del gatuño *Mimosa biuncifera*.

ETAPAS	Diámetro (m)			Tallos		Peso seco (g)		Área (m ²)	Volumen (m ³)
	Altura (m)	Mayor	Menor	No.	Diámetro (cm)	Hojas y ramitas	Tallos		
Crecimiento	0.81	1.25	1.00	13.0	0.72	175.10	273.15	1.01	0.28
Floración	0.90	1.29	1.15	17.6	0.67	438.11	301.44	1.19	0.38
Madurez	0.74	1.57	1.35	8.60	0.81	376.04	340.67	1.79	0.52
Latencia	0.95	1.12	1.02	11.9	0.60	124.81	251.79	0.93	0.31
Promedio	0.85	1.30	1.13	12.7	0.70	278.51	291.76	1.23	0.3725

El peso seco total promedio es de 570.67 gr., menor al reportado de 832.2 gr., por García (1995) con plantas adultas, pero superior al indicado por Sosa y Pérez (1983) de 189.4 y de 285.83 gr. para dos sitios de pastizal. La diferencia entre el peso seco de hojas y ramitas equiparado con el de los tallos fue de 278.91 y 291.76 gr. respectivamente, lo que indica que la producción de biomasa disponible para el consumo de los animales en pastoreo es buena; comparando ambos, el primero es mayor durante la Floración y Madurez, épocas donde el arbusto es pastoreado con mayor frecuencia, y menor en Crecimiento y Latencia; su área es de 1.23 m², no obstante existen gatuños que casi alcanzan el 1.8 m², estos datos indican que cuando se reportan densidades de 4500 (García, 1995) o de 10 000 plantas por ha. (Sosa y Pérez, 1983), lo que señalan, implícitamente, es que alrededor de la mitad o toda la superficie se encuentra o va a ser cubierta totalmente por el gatuño, de ahí su importancia cuantitativa para la producción animal en zonas de pastoreo.

Estimación de la materia seca de hojas y ramitas.

Tres variables son las que destacan en la estimación de la materia seca de hojas más ramitas (Cuadro 2); el volumen (X₆), el diámetro promedio de los tallos (X₈) y el diámetro menor de la copa (X₄) (Cuadro 2). El volumen es la variable presente en primer término en el modelo, durante la fase de Crecimiento y es acompañada en segundo término, por el diámetro promedio de tallos; es además, la única variable que se ubica en la ecuación de regresión en la Floración y la Madurez. La intervención tan determinante del volumen en la estimación de esta variable radica en que esa medida es la expresión más evidente de las hojas más ramitas, dado que su cálculo involucra el diámetro mayor y menor de la copa, así como la altura de la planta. En tanto, en la fase de Latencia se coloca en primer término el diámetro menor de la copa y en segundo, el diámetro promedio de tallos.

Cuadro 2. Ecuaciones de predicción para estimar la materia seca (g) de hojas y ramitas (y₁) de *Mimosa biuncifera*.

ETAPA	ECUACIÓN DE PREDICCIÓN	R ²
Crecimiento	Y ₁ = -34.227 + 406.795X ₆ + 130.409X ₈	0.7118
Floración	Y ₁ = 2.1718 + 1161.2748 X ₆	0.8561
Madurez	Y ₁ = 47.8337 + 633.3625X ₆	0.9507
Latencia	Y ₁ = -31.5883 + 78.4912X ₄ + 128.5161X ₈	0.7117

X₄ = Diámetro menor de la copa (cm); X₆ = Volumen (m³); X₈ = Diámetro promedio de tallos (cm).

Los resultados para la fase de Crecimiento concuerdan parcialmente con lo reportado por otros investigadores, pues en el presente estudio la variable que entró en segundo lugar en ésta etapa, el diámetro promedio de tallos basales, es considerada por otros trabajos como la más importante en el modelo, tal es el caso de *Aca-cia neovernicosa* (Castañeda et al., 1990), durante junio; la diferencia se acentúa en otras

investigaciones, pues Castañeda *et. al.*, 1990 y Quiñones *et. al.*, (1989) para *Caliandra eriophylla*, durante junio, señalan al área como la que entra en primer lugar en la ecuación de regresión. En *Mimosa acutistipula*, para el mes de junio, Kirsme y Norton (1985), reportan un r^2 de 0.948 e indican la predicción de la fitomasa sin especificar de que tipo.

En **Floración y Madurez**, el volumen, como variable, no tiene comparación en la literatura, pues otros autores, señalan durante el mes de agosto para *Mascagnia cana* y *Eysenhardita texana*, al diámetro mayor de la copa como la variable más importante (Castellanos *et. al.*, 1991); mientras que en *Acacia neovernicosa*, durante septiembre, se reporta al diámetro promedio de los tallos basales como la variable que entró el mayor número de veces en primer lugar en el modelo; en tanto que durante octubre la variable que destacó fue el número de tallos (Castañeda *et. al.*, 1990).

En la fase de **Latencia** el diámetro menor de la copa y el diámetro promedio de los tallos basales son las variables que entran respectivamente en primer y segundo lugar en el modelo. Estos resultados difieren con la variable superficie como la más importante en *Mascagnia cana* y *Eysenhardita texana* (Castellanos *et. al.*, 1991); en *Atriplex canescens*, Antúnez *et. al.*, (1990), y Quiñonez y Pérez (1988), en mayo y junio respectivamente, indican que el diámetro de la corona fue la variable que entró en primer lugar en la ecuación de regresión con el r^2 (0.505) más bajo de todas las medidas para los primeros y de 0.54 a 0.9 para los segundos; el menor valor también se obtuvo en el presente estudio durante la fase de Latencia con un r^2 de 0.7117 (Cuadro 2).

Sosa y Pérez (1983), en un estudio transversal, investigando sobre *Mimosa biuncifera*, en dos tipos de pastizal, determinaron que en ambos pastizales, el peso seco de las hojas se correlaciona más estrechamente con

la altura y el grosor de los tallos basales, obteniendo un coeficiente de correlación de 0.641 y 0.88 para el pastizal mediano abierto y el amacollado, respectivamente; mientras que en el presente trabajo, el diámetro promedio de los tallos entra en segundo lugar en la ecuación en las fases de Crecimiento y Latencia del gatuño y la altura no juega ningún papel en la estimación de las hojas y ramitas. Dichas diferencias se deben a varios aspectos entre los que destacan: las diferencias entre el número y tipo de variables evaluadas, pues Sosa y Pérez (1983), evaluaron solamente la producción de hojas, además consideraron únicamente como variables independientes la altura, el diámetro mayor de la cubierta aérea y grosor de los tallos basales, mientras que este trabajo consideró las hojas más ramitas y a las variables independientes señaladas por dichos investigadores se agregó el diámetro menor de la copa, el número de tallos basales, el área y el volumen, lo que hace evidente las diferencias entre ambos trabajos. Las similitudes entre las investigaciones indicadas reflejan la importancia del diámetro de tallos en la producción de hojas de *Mimosa biuncifera*.

Estimación de la materia seca del tallo.

En esta estimación intervienen un número mayor de variables (Cuadro 3) como son: altura de la planta (X_2); número de tallos (X_5); diámetro menor de la copa (X_4); volumen (X_6); área (X_7) y diámetro promedio de tallos (X_8).

Cuadro 3. Ecuaciones de predicción para estimar la materia seca (g) de tallos (Y_2) de *Mimosa biuncifera*.

ETAPA	ECUACIÓN DE PREDICCIÓN	R ²
Crecimiento	$Y_2 = -595.2719 + 223.2545x_2 + 10.5132x_5 + 760.9349x_8$	0.9104
Floración	$Y_2 = 342.3561 + 588.5261x_4 + 1693.927x_6$	0.8851
Madurez	$Y_2 = 31.83 + 11.8396x_5 + 184.394x_6 + 198.1335x_7$	0.9728
Latencia	$Y_2 = 7.1046 + 240.6707x_4$	0.6275

x_2 = altura de la planta; x_4 = Diámetro menor de la copa (cm); x_5 = Número de tallos basales; x_6 = Volumen (m³); x_7 = Área (m²); x_8 = Diámetro promedio de tallos.

Para la fase de **Crecimiento** la variable que entra en primer término a la ecuación de regresión es la altura de planta, siguiéndole el número



de tallos y por último el diámetro promedio de tallos, variables todas ellas que siguen la lógica de la fase que se evalúa, pues son las que representan de manera más adecuada la materia seca del tallo.

De esas variables, la altura de planta es totalmente diferente a los resultados emitidos por otros autores en arbustos distintos, pues ninguno la reporta como importante, durante junio y julio, para el modelo y mucho menos que entre en primer término en la ecuación de regresión; en tanto, el número de tallos basales, es la variable más destacada, durante junio, para el modelo en un sitio de los dos reportados por Quiñones *et. al.*, (1989), en *Caliandra eriophylla*, para el otro sitio la variable es el volumen. El diámetro promedio de los tallos basales es reportada como la variable que entró mayor número de veces en primer término en la ecuación de regresión en *Acacia neovernicosa* (Castañeda *et. al.*, 1990), mientras que en el presente estudio se ubica en el tercer lugar de la ecuación.

En la etapa de **Floración** el diámetro menor de la copa se encuentra en primer lugar en la ecuación de regresión, mientras que el volumen es la variable que le sigue. Estos resultados difieren de lo obtenido en otros estudios donde la variable que juega un papel importante en la ecuación de regresión, en *Mascagnia cana* y *Eysenhardtia texana*, durante agosto, es el diámetro mayor de la copa (Castellanos *et. al.*, 1991).

En la **Madurez**, el número de tallos se ubica en primer término en el modelo, siguiéndole el volumen y después el área, dando la r^2 más alta del estudio (0.9728). No obstante que en los resultados de este trabajo, el volumen y el área entran en segundo y tercer lugar respectivamente, en la ecuación de regresión, en *Acacia neovernicosa* esas mismas variables se ubican como las más importantes durante los meses de octubre y noviembre (Castañeda *et. al.*, 1990); mientras que en *Atriplex canescens* se reporta para el mes de noviembre una r^2 de 0.803 (Antunez *et. al.*, 1990).

En la fase de **Latencia**, la única variable que entra en el modelo es el diámetro menor de la copa con un r^2 de 0.6275. Este resultado difiere de lo reportado por Castellanos *et. al.*, (1991), en *Mascagnia cana* y *Eysenhardtia texana* donde el volumen es la variable más importante en el modelo.

En el reporte de Sosa y Pérez (1983), la altura, para el pastizal mediano abierto, y la altura junto con el grosor de los tallos, en el caso del pastizal amacollado, con un coeficiente de correlación de 0.548 y 0.877 para cada tipo de pastizal respectivamente, fueron las variables que mejor valor de predicción tuvieron para el peso de los tallos; en tanto que en el presente trabajo la altura entró en primer lugar en la fase de Crecimiento y el diámetro promedio de los tallos basales en tercer lugar para la misma etapa fenológica, mientras que para las demás fases dichas variables desaparecen. Las diferencias encontradas hacen patente la importancia de considerar las fases del arbusto en cuestión, además de otro tipo de variables dimensionales, en

tanto que las semejanzas evidencian la importancia de la altura para la fase de Crecimiento.

Las diferencias encontradas con respecto a otros trabajos similares se explican bajo la base de que las especies en estudio son diferentes, tanto en hábitos de crecimiento, como en las etapas fenológicas de su desarrollo, que para el gatuño y la región están definidas por la estación de lluvias (Barbosa y Córdova 1990).

CONCLUSIONES

De lo expuesto se puede indicar que las variables dimensionales más importantes para estimar indirectamente la fitomasa del gatuño dependen de la fase fenológica en cuestión, sin embargo, para estimar el peso seco de hojas y ramitas durante las fases de Crecimiento, Floración y Madurez, el volumen es la variable más importante, en Latencia es el diámetro de la copa; mientras que para estimar la materia seca de tallos, durante la Floración y Latencia, la variable que entra en primer lugar en el modelo



es el diámetro menor de la copa, en el Crecimiento es la altura de la planta y en la Madurez, el número de tallos.

Por lo tanto, es recomendable, al aplicar estos resultados, considerar que la estimación indirecta de la fitomasa área, está en función de múltiples variables entre las que se encuentran el tipo de arbusto, el mes o etapa de muestreo, las condiciones tanto del arbusto, del pastizal como las climáticas del año del estudio, el número y tipo de variables dimensionales involucradas, así como el tipo de variable dependiente a determinar.

REFERENCIAS

- Antúnez, R., D. E. Castellanos, P., R. Almeida, M., y M. Valencia, C. 1990. Predicción de la biomasa aérea del chamizo en la época de sequía en el Noreste de Durango. *Revista de Manejo de Pastizales*. 4(3):1-5
- Améndola, M. R. D., J. L. Zaragoza R., J. L. Castrellón M. y D. Castro. 1991. Técnicas indirectas para estimar masa de forraje y composición botánica. *Revista de Manejo de Pastizales*. 5(1):1-7
- Barbosa, J. E. R. y G. Córdova D. 1990. Composición química y valor nutritivo del huizache y gatuño a través del año. *Memorias del VI congreso Nacional de la SOMMAP*. 22-24 agosto, Monterrey Nuevo León. P. 15.
- Barbosa, J. E. R. y G. Córdova D. 1992. Valor nutritivo de la dieta seleccionada por cabras en un pastizal con alta densidad de gatuño (*Mimosa biuncifera* Benth). *Revista de Manejo de Pastizales*. 5(3):110-114.
- Barbosa, J. E. R., G. Córdova D., J. M. Aguado F. y J. T. Frías H. 1992. Caracterización botánica de la dieta de cabras en un matorral micrófilo con dominancia de gatuño. *Memorias del VII Congreso Nacional de la SOMMAP*. 19-21 de agosto. Guadalajara, Jal. P. 2.
- Barbosa, J. E. R., G. Córdova D. y J. R. Barbosa J. 1995. Composición botánica de la dieta de cabras en un matorral micrófilo con dominancia de gatuño (*Mimosa biuncifera*). *Memorias del XI Congreso Nacional de la SOMMAP*. 23-26 de agosto. Saltillo, Coah. p. 30.
- Castañeda, F. F., M. Valencia C., J. Quiñones V. y E. Castellanos P. 1990. Estimación indirecta de la biomasa de largoncillo (*Acacia neovernicosa* Isely) en el Noreste de Durango. *Revista de Manejo de Pastizales*. 3(3):3-6.
- Castellanos, P., E. M. Valencia C. y J. Quiñones V. 1991. Predicción de la fitomasa aérea de Mascagnia y vara dulce en el Noreste de Durango. *Revista de Manejo de Pastizales*. 5(1):8-12.
- García, M. E. 1995. *Control manual del gatuño (Mimosa Biuncifera Benth) en un matorral micrófilo espinoso*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. ICA-U. de Gto. 40 p.
- Kirsme, R. D. and B. E. Norton. 1985. Comparison of the reference unit method and dimensional analysis methods for two large shrubby species in the Caatinga Woodlands. *J. Range Management* 38(5):425-428.
- Luna-Suárez, S., J. T. Frías-Hernández, V. Olade-Portugal y L. Dendooven. 2000. Catclaw (*Mimosa Biuncifera*): a pest or a means to restore soil fertility in heavily eroded soil from the central highlands of México? (in press) *Biol. Fertil Soils*. 31.
- Quiñones, V. J. J., E. Castellanos P. y A. Pérez G. 1989. Estimación de la biomasa de una arbustiva en el Noreste de Durango. *Revista de Manejo de Pastizales*. 2(3):14-20.
- Quiñones, J. J. y A. Pérez G. 1988. Evaluación indirecta de la biomasa de *Atriplex canescens* en el Noreste del estado de Durango. *Producción animal en zonas áridas y semiáridas*. 2(6):31-38.
- Sánchez, O. 1968. *La flora del Valle de México*. Pp. 467-480. 2da. Edición. Edit. Herrero, S.A. México.
- Sosa, M. y A. Pérez. 1983. Evaluación de la biomasa de *Mimosa biuncifera*, en la región central del estado de Chihuahua. *Producción Animal en Zonas Áridas y Semiáridas*. 3(1):25-28.