

Morfología, fenología y producción de biomasa aérea del *Pithecellobium dulce*, en una zona de monte espinoso tropical

G. T. Virgüez R.¹, E. C. González¹, E. Chacón² y J. Rodríguez U.¹

Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Venezuela

Phenology and aerial biomass production of *Pithecellobium dulce* in a tropical thorny mountain area

ABSTRACT: The cover, morphology and aerial production of dry matter (DM) of the specie *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. was evaluated in a xerophyte area. The population density per hectare of trees higher and smaller than 1.5 m was 264 and 1935, equivalent to 22.6 and 2.1% of total botanical community, respectively. Ten adult trees higher than 1.5 m with similar dimension, morphology, vigor and representative of the area studied were selected by systematic sampling and evaluated by destructive and non destructive methods. The averaged architecture for the species was described as 4.8, 10.1 cm, 7.3 m, 6, and 1463 for number of tree trunks, diameters of tree trunks and of crown, branch order, and number of productive branches respectively. The destructive sampling was done monthly during one year. The regression of DM on the number of leaves on productive branches was explained by a cubic function, and that of DM on stem length by a logarithmic one. The estimate of DM per tree was 32.7 ± 0.59 and 21.0 ± 0.59 for an annual total the dry and semi dry seasons, respectively, for a total of 14203 ± 312 kg of DM/ha. The mean of fruits per tree was of 239 ± 38 . These results show the importance of this species as forage resource for goat under the range systems.

Key words: Xerophyte, *Pithecellobium dulce*, Architecture, Dry matter production

© 2004 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2004. Vol. 12 (Supl. 1): 67-71

RESUMEN: La cobertura, morfología, fenología y producción de materia seca (MS) vegetal de la especie *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. fue evaluada en una zona xerófila. El número de individuos por hectárea determinado transectualmente fue 264 y 1935 plantas mayores y menores a 1,5 m de altura, equivalentes al 22,6 y 2,1% de la comunidad vegetal, respectivamente. Se seleccionaron por muestreo sistemático 10 árboles adultos mayores de 1,5 m de altura y similares en dimensión, morfología, vigor, y representativos del área de estudio: cinco fueron evaluados en forma destructiva y 5 en forma no destructiva. La arquitectura fue determinada morfológicamente por el diámetro de copa, número de troncos, diámetro del tronco, y tipos de ramas: ramas primarias de orden "i" (R_i) for $i = 1, \dots, n$; y productivas R_p . El promedio por individuo fue de 7,3 m; 4,8; 10,1 cm; 6; y 1462,5 en el orden respectivo. El muestreo destructivo se hizo mensualmente durante un año. La regresión de MS sobre el número de hojas fue explicada por una función cúbica, y la de MS sobre largo del tallo por una función logarítmica. Las estimaciones de MS producida por árbol fueron de $32,7 \pm 0,59$ y $21,0 \pm 0,59$ kg para las épocas seca y semi-seca, respectivamente, para un total de 14203 ± 312 kg MS/ha y año. El promedio de frutos por árbol fue de 239 ± 38 . Los resultados muestran la importancia de esta especie como recurso forrajero en la alimentación de rebaños caprinos manejados en forma extensiva.

Palabras clave: Xerófila, *Pithecellobium dulce*, Arquitectura, Producción de materia seca

Introducción

Las zonas áridas del mundo tienen una gran relevancia por la producción animal y población humana que concentran. Un alto porcentaje de los 400 millones de caprinos existentes, en el mundo, está localizado en zonas xerófilas (García y Gall, 1981). En Venezuela, más del 80% de la población caprina se encuentra en zonas con limitaciones hídricas, cuya superficie se estima en 41 023 km² correspondientes al 4,75% del territorio nacional (Comerma y

Arias, 1974; Ewel *et al.*, 1976). En esta área, la cría extensiva de caprinos constituye una fuente de vida para miles de familias campesinas (Leroux *et al.*, 1980).

A pesar del potencial forrajero existente en estas zonas, se tiene poco conocimiento sobre el comportamiento fenológico, productivo, y sobre la respuesta de las especies nativas de potencial forrajero al pastoreo o a la cosecha mecánica o manual. La información etológica y productiva de los animales, en estos sistemas de pastoreo extensivo, es también escasa. El éxito de los sistemas silvopastoriles en

¹Universidad Centroccidental «Lisandro Alvarado», Venezuela Decanato de Ciencias Veterinarias, Departamento de Nutrición y Forrajicultura, Unidad de Investigación de Ecología de Zonas Áridas y Semiáridas. Núcleo Tarabana, Barquisimeto

²Universidad Central de Venezuela, Facultad de Veterinaria, Cátedra de Nutrición. Maracay, vía el Limón

estos paisajes xerofíticos depende, tanto del conocimiento que se tenga de las especies forrajeras existentes, como del conocimiento de la frecuencia y dimensión de los individuos botánicos de potencial forrajero, en cada comunidad vegetal.

La composición botánica de las zonas áridas, en Venezuela, está representada por un número significativo de especies forrajeras arbóreas, que constituyen la base de alimentación, a pastoreo, de los caprinos en épocas críticas. El *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. es una de las especies de mayor frecuencia en las comunidades vegetales de las zonas áridas de la región centro occidental, y una de las más consumidas por el ganado caprino. En el presente trabajo se estima la capacidad forrajera de esta especie en una zona de monte espinoso tropical, a través de la determinación de la morfología o arquitectura de la planta, y de la evaluación de la fenología y producción de biomasa aérea, en las diferentes épocas del año. Los resultados obtenidos permiten conocer el potencial alimenticio de la especie, a través de la determinación del número de individuos botánicos presentes por unidad de área y el volumen de MS producida/planta y ha.

Materiales y Métodos

Área Experimental

El área de exclusión está localizada en una zona de Monte Espinoso Tropical o zona árida (Ewel *et al.*, 1976) en la comunidad de Villa Rosa del Municipio Iribarren del estado Lara, a 30 km en sentido oeste de la ciudad de Barquisimeto, con promedios de precipitación, evaporación potencial y temperatura anual de 400 mm, 3230 mm y 28°C, respectivamente. La evaluación florística o composición botánica del área en estudio se determinó por el Método de las Transectas descrito por Allen (1959). Con este método se utilizaron líneas orientadas del suroeste al noreste con una longitud determinada por la inclusión de 50 individuos botánicos mayores a 1,5 m de altura. En la línea transectual se utilizaron parcelas continuas de 25 y 1 m² para la determinación del número de individuos de especies perennes, mayores de 1,5 m de altura y números de individuos de especies y perennes menores de 1,5 m de altura, por ha (Figura 1).

Las unidades experimentales fueron seleccionadas mediante un muestreo sistemático (Matteucci y Colma, 1982). Se incluyó un total de 10 individuos adultos representativos del área de estudio: cinco para la toma de datos por el método destructivo y cinco de dimensión, vigor y arquitectura similares a los utilizados en el método anterior, para la toma de datos por el método no destructivo.

La arquitectura de la especie se determinó, en base a las dimensiones promedio del diámetro de la copa y el número y diámetro de los troncos de las plantas seleccionadas. También se caracterizó el orden de ramas presentes: R₁ = ramas primarias; R₂ = ramas secundarias; R_n = n-ésima rama, de acuerdo a la configuración del individuo; R_p = ramas pequeñas o ramas productivas (hojas y tallos consumibles). La fenología y producción de biomasa aérea (MS) de la especie se estimó mediante muestreos destructivos

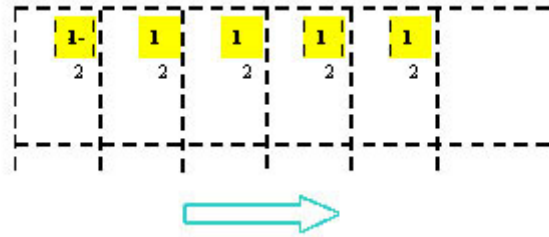


Figura 1. Transecta modelo: 1 y 2 representan parcelas de 1 y 25 m² para individuos vegetales perennes menores y mayores de 1,5 m de altura respectivamente.

y no destructivos. Ambos muestreos se realizaron simultáneamente a intervalos fijos de 30 días, desde marzo del 2000 hasta febrero del 2001.

Análisis

El aporte florístico de la especie fue considerado en base a los criterios de frecuencia absoluta de individuos presentes dentro de la comunidad vegetal. El muestreo destructivo fue usado para determinar la MS producida por el número de hojas (MSh) y la longitud del tallo (MSt) de las R_p. Estas variables se utilizaron para formular las ecuaciones de predicción de biomasa con base en los coeficientes de regresión de MS sobre el número de hojas y longitud del tallo de las R_p. En el primer caso, la relación fue explicada por un modelo cúbico y en el segundo (MS de longitud de tallo) por un modelo de regresión logarítmico. El procedimiento de estimación curvilínea para los análisis de regresión corresponde al paquete estadístico SPSS (1998).

La biomasa aérea correspondiente a hojas y tallos de las R_p fue deshidratada en estufa a 65°C y triturada en un molino de martillo Wiley Mill, Modelo N° 3, con tamiz de 2 mm. La proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN) y cenizas (Cn) se determinaron por el método de Weende (AOAC, 1975) y la fracción de los nutrientes digestibles totales (NDT) por la ecuación de Wardeh *et al.* (1982).

Los datos provenientes del muestreo no destructivo corresponden a un diseño de parcelas divididas en el tiempo (Littell *et al.*, 1998); árbol representa la parcela principal y fecha de muestra la parcela secundaria. Las observaciones fueron tomadas en los mismos individuos en tiempos sucesivos. Las variables número de hojas (Nh) y longitud del tallo (Lt) fueron sometidas a un análisis de variancia por medio del siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkm} = \mu + E_i + P_j + EP_{ij} + I(EP)_{k(ij)} + e_{ijkm}$$

Y_{ijkm} = valor de la variable respuesta correspondiente a la m-ésima observación, tomada en el k-ésimo individuo, j-ésimo periodo, e i-ésima época.

μ = media teórica de la población muestreada

E_i = efecto de la i-ésima época, i = 1, 2

P_j = efecto del j-ésimo periodo, j = 1, . . ., 6

EP_{ij} = efecto de la interacción época x período

I(EP)_{k(ij)} = efecto del k-ésimo individuo dentro de la combinación EP, k = 1, . . ., 5 en todos los grupos.

e_{ijkm} = residual.

Se utilizó el procedimiento GLM del SAS (1989).

Resultados y Discusión

La predicción de la MS producida en función del número de hojas (MS_h) en R_p resultó una ecuación cúbica. Todos los coeficientes de regresión difirieron significativamente de cero con P<0,05; el coeficiente de determinación fue de 0,98. La predicción de MS producida en función del ln del tallo (lnLt) (MS_t) en R_p resultó:

$$MS_t = 0,1376 + 0,6865 \times \ln Lt$$

El coeficiente de regresión difiere significativamente de cero con P<0,05, con un coeficiente de determinación de 0,82.

Clima y suelo

La evapotranspiración y precipitación en la zona para el lapso evaluado, marzo 2000 - febrero 2001, fue de 2302 y 416 mm respectivamente; para un balance hídrico con un déficit de humedad de 1885 mm, sin la ocurrencia de algún mes húmedo y, consecuentemente, dos épocas perfectamente diferenciadas: época seca (ES) y época semiseca (ESS) (Figura 2). La proporción evaporación potencial y precipitación fue de 8: 1, típico del Monte Espinosos Tropical (Ewel *et al.*, 1976).

El análisis físico químico del suelo reveló texturas franco arcillosas (FA) para la profundidad de 20 cm y arcillosa (A) para la profundidad de 20-40 cm; un pH (1:2) neutro (7,0) en ambas profundidades; el nivel de materia orgánica resultó mediano (3%) siendo la conductividad eléctrica, para ambos casos, baja. Los niveles de fósforo fueron altos y medios, para los niveles de profundidad considerados.

Vegetación

La comunidad vegetal en la zona de estudio incluye 18 especies, cifra similar a la observada por Virgüez (1994), en un área semejante a la estudiada. El número de individuos por ha mayores a 1,5 m de altura fue de 1167, valor superior a lo observado por Virgüez y Chacón (1998). El aporte del *Pithecellobium dulce* fue de 22,6% del total de árboles y arbustos observados en la zona; el aporte de individuos de la especie, menores a 1,5 m de altura, fue de 2,1% y de 92901 individuos totales por ha en la comunidad ve-

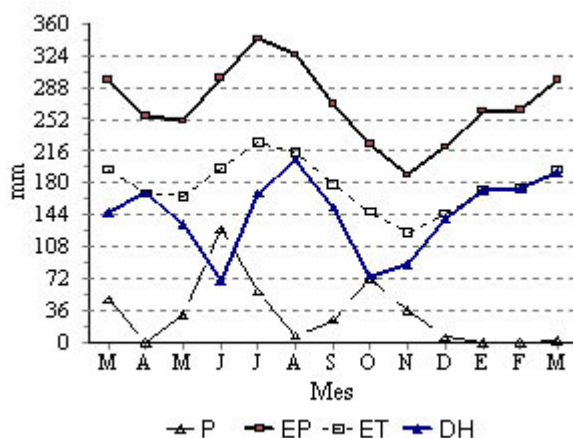


Figura 2. Balance hídrico de la zona para el lapso 03/00 - 03/01. P, EP, ET, y DH = precipitación, evaporación y evapotranspiración potencial, y déficit hídrico respectivamente

Cuadro 1. Aporte a la comunidad vegetal arbustiva y arbórea de la especie *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth, en la zona estudiada¹

Especie ²	Mayores de 1,5 m		Menores de 1,5 m	
	n/ha	%	n/ha	%
<i>Pithecellobium dulce</i>	265	22,8	1935	2,1
Otras Especies	903	77,8	90967	97,9
Total de la Comunidad	1168	100,0	92902	100,0

¹Composición correspondiente a cinco transectas en un área total de 1550 m² para plantas mayores de 1,5 m de altura, y de 62 m² para plantas menores de 1,5 m de altura; ²especies perennes.

getal (Cuadro 1).

Evaluación morfológica, fenológica y productiva

El Cuadro 2 muestra la arquitectura de la planta, con los valores de los elementos dimensionales y estructurales que conforman al individuo promedio de la especie: ramas hasta de sexto orden, y 7,3 m y 10,1 cm de diámetro de copa y tronco respectivamente. La fenología y el comportamiento productivo promedio se dan en los Cuadros 3 y 4. El número de hojas, el largo del tallo, y número de flores por rama productiva y árbol no difirieron estadísticamente (P>0,05) entre épocas, pero sí el número de frutos. Hubo diferencia entre períodos y período por época (P<0,01) para todas las variables. El número de frutos sólo difirió entre períodos de la época semi-seca.

La MS producida por hojas en R_p y árbol difiere estadísticamente entre época (P<0,01), no así la MS producida por tallo de R_p y árbol, mientras que la MS de tallo no presentó diferencia significativa entre épocas (Cuadro 4). La producción de MS varió entre períodos dentro de época (P<0,05).

Aporte de Nutrientes

En el Cuadro 5 se muestran los valores de las fracciones proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) de la biomasa aérea comestible (mezcla de hojas y tallos) en ambas épocas. Los tenores de PC fueron mayores en la

Cuadro 2. Arquitectura del *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.

Porción vegetal	Promedio/árbol
Diámetro de copa, m	7,3
Número de troncos	4,8
Diámetro de troncos (cm)	10,1
Número de R ₁	15,7
Número de R ₂	29,0
Número de R ₃	86,0
Número de R ₄	160,3
Número de R ₅	280,3
Número de R ₆	293,3
Número de R _p	1462,5

Cuadro 3. Fenología promedio por rama productiva (R_p) y árbol por época

Variable	Época		S.E.
	Seca	Semi-seca	
Hojas por R_p , n	13,9 ^a	14,7 ^a	0,4
Largo del tallo de R_p , cm	24,6 ^a	23,9 ^a	0,4
Flores por R_p , n	0,1 ^a	0,2 ^a	0,0
Frutos por R_p , n	0,0 ^b	0,3 ^a	0,0
Hojas por árbol, n	20327,5 ^a	21464,6 ^a	524,1
Largo del tallo por árbol, cm	36011,6 ^a	34892,0 ^a	529,1
Flores por árbol, n	182,8 ^a	219,4 ^a	39,2
Frutos por árbol, n	1,2 ^b	477,8 ^a	47,4

Medias dentro de hilera con superíndices distintos son estadísticamente diferentes ($P < 0,01$).

Cuadro 4. Materia seca (MS) producida por rama productiva y árbol por época.

Variable	Época		S.E.
	Seca	Semi-seca	
Hojas por R_p , g	1,7 ^b	2,1 ^a	0,06
Tallo por R_p , g	1,2 ^a	1,2 ^a	0,01
Total por R_p , g	2,9 ^b	3,2 ^a	0,01
Hojas por árbol, g	2423,8 ^b	3025,3 ^a	89,78
Tallo por árbol, g	1765,5 ^a	1725,6 ^a	17,47
Total por árbol, g	4189,3 ^b	4751,0 ^a	99,26

Medias dentro de una hilera con superíndices distintos son estadísticamente diferentes ($P < 0,01$).

Cuadro 5. Valor nutricional promedio por época

Variable	Época Seca		Época Semi-seca	
	\bar{X}	S.E.	\bar{X}	S.E.
Proteína Cruda, %	11,3 ± 1,0		13,0 ± 0,8	
NDT, %	66,1 ± 2,9		64,1 ± 3,3	

NDT = Nutrientes Digestibles Totales = $-112,8 + 2,88$ (% Extracto Etéreo) + $1,79$ (% Fibra Cruda) (Wardeh et al., 1982)

época semi-seca (13,0%); el valor mayor de NDT fue de 64,1% para la ESS. Para los frutos, los valores promedios fueron 16,1 y 71,8 % para PC y NDT, respectivamente.

Capacidad potencial de sustentación de la especie

Considerando la MS foliar y caulinar estimada producida por un árbol promedio y año (32,7 y 21,0 kg. para ESS y ES, respectivamente), se obtiene un total de 53,7 kg. de biomasa comestible, para un equivalente de 14204 kg. de MS/ha, cuando se incluye la población de 264,5 individuos/ha de la especie, mayores de 1,5 m de altura (Cuadro 1).

Para animales en producción, con un peso corporal promedio de 30 kg., un consumo del 3,5% de su peso vivo y una pérdida del 30% de la biomasa suministrada, se puede estimar una carga animal, por ha y año, de 25,9 animales, toda vez que el aporte de la especie estudiada a la comunidad vegetal sea de 22,6%.

Conclusiones

El aporte de la especie *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., a la comunidad vegetal, en la zona de estudio, de un 22,8% y un 2,1% para individuos mayores y menores de 1,5 m de altura, respectivamente, permite considerar la importancia de la especie en la oferta alimentaria para los caprinos de la zona.

La calidad y el volumen de la oferta proveniente de la especie estudiada permite afirmar, que los requerimientos nutricionales de una carga ajustada de caprinos en producción (25 animales de 30 kg. de peso vivo y consumo de 3,5% de su peso vivo) puede ser cubierta a cabalidad, toda vez que dicha biomasa esté disponible cuando fuese necesario.

Agradecimiento

Esta investigación ha sido realizada en el marco del Programa Caprino Nacional, subvencionado por el Fondo para la Investigación Regional (FIR) del Fondo Nacional de Ciencia, Innovación y Tecnología (FONACIT) y promovido por la Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en el Estado Falcón (FUNDACITE Falcón). Los autores agradecen de igual manera el apoyo brindado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado

Literatura Citada

- Allen, E. 1959. Methods of Vegetation Study. Cop. Rinehart and Wiston. USA. 107 pp.
- AOAC. 1975. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists (12th Ed). 1094 pp
- Comerma, J. y L. Arias. 1974. Algunos aspectos del recurso tierra en zonas áridas y semiáridas de Venezuela. Instituto Italo Latino Americano. Seminario Internacional de Evaluación de las Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina. Roma. Pp: 693 - 714.
- Ewel, J., A. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de Vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2th Ed). Caracas, Venezuela. 265 pp.
- García, O. and C. Gall. 1981. Goats in the dry tropics. En: Goat production. Ed. Gall. Institute for Animal Breeding and Genetics, Veterinary school, Hannover, Federal Republic of Germany. Pp: 515-565.
- Leroux, J., H. Borjas y J. Arismendi. 1980. Características socio-económicas de los productores de caprinos ubicados en las zonas áridas y semiáridas de la región centro occidental. UCLA, Barquisimeto, estado Lara, Venezuela. 10 pp.
- Littell, R., P. Henry and C. Ammerman. 1998. A statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. J. Anim. Sci 76:1216.
- Matteucci, S. A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría general de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Programa Regional de Desarrollo Científico y

- Tecnológico Washington D.C. 72 pp.
- Statistical Analysis System Institute. 1989. SAS/STAT User's Guide (Versión 6.4 Ed.) SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Virgüez, G. 1994. Estudios de tres especies forrajeras nativas de las zonas áridas de Venezuela utilizadas en la dieta de los caprinos. Trabajo de Ascenso. Universidad Centro Occidental «Lisandro Alvarado». Barquisimeto, Venezuela. 148. pp
- Virgüez, G. y E. Chacón. 1998. Evaluación del comportamiento productivo y fenológico de las especies de potencial forrajero *Acacia tortuosa* (L.) Willd y *Opuntia caracasama* Salm. Dyck. Nativa de una zona árida de Venezuela. En: memorias III Taller Internacional Silvopastoril «Los Árboles y Arbustos en la Ganadería». Coauspicio: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Estación Experimental de Forrajes "Indio Hatuey", Cuba. 28. pp
- Wardeh, M., L. Harris, P. Fornnesbech and L. Kearl. 1982. Estimating total digestible nutrients from chemical composition of feedstuffs for various kinds of animals. En: Proceedings Western Section, American Society of Animal Science. Vol. 33. Logan, Utah. Pp: 106-109.