

**DESARROLLO SILVESTRE DE *AZADIRACHTA INDICA* (NEEM)
BAJO EL SOMBREADO DE *PROSOPIS JULIFLORA* EN LA
PLANICIE DE MARACAIBO, ESTADO ZULIA**

ANTONIO VERA, MARITZA MARTÍNEZ¹, MARÍA EUGENIA COLINA Y YIN AYALA

*Laboratorio de Ecología, Centro de Investigaciones Biológicas,
Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia, Apartado 526,
Maracaibo 4001-A, Estado Zulia, Venezuela
ajvera68@intercable.net.ve*

¹*Centro de Investigaciones en Química de los Productos Naturales,
Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia, Apartado 526,
Maracaibo 4001-A, Estado Zulia, Venezuela*

Resumen. Se evaluó el desarrollo silvestre de *Azadirachta indica* (Neem) bajo el sombreado de *Prosopis juliflora* (cují yaque) en la Planicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. La investigación se realizó en un área de la Universidad del Zulia, entre diciembre 2006 y febrero 2007 (periodo de sequía), con condiciones de un Bosque Muy Seco Tropical. Se utilizó una parcela de 0,35 ha y las plantas se agruparon en tres estructuras de clases según la altura: I (1-55 cm), II (56-111 cm) y III (112-166 cm). Se emplearon 15 plantas de cada una de las categorías anteriores, para determinar la biomasa seca aérea. Se contaron 1.481 individuos en diferentes etapas de crecimiento (plántulas con cotiledones hasta arbolitos con alturas de 1 a 166 cm, respectivamente). La biomasa seca aérea se incrementó proporcionalmente con la altura de las plantas en diferentes estadios de desarrollo. No se observaron semillas en el suelo y el mayor número de plantas se localizó cerca del tronco de *P. juliflora*. Así mismo no se evidenció la presencia de plantas fuera de los límites del sombreado. Los resultados sugieren que las condiciones edáficas y microclimáticas del sombreado favorecen el desarrollo de *A. indica*. Esta especie podría adquirir un comportamiento invasivo en la Planicie de Maracaibo, aprovechando el sombreado de *P. juliflora*, aunque la dominancia de *Cenchrus ciliaris* en sabanas secundarias próximas al área de estudio y la elevada evapotranspiración podrían inhibir su crecimiento. Por lo tanto se recomienda la realización de investigaciones sobre colonización, dispersión y establecimiento de *A. indica* en la región. *Recibido: 15 marzo 2007, aceptado: 29 junio 2007.*

Palabras clave: *Azadirachta indica*, crecimiento, *Prosopis juliflora*, sombreado, Planicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela.

DEVELOPMENT OF NEEM (*AZADIRACHTA INDICA*)
IN NATURAL AREAS, UNDER SHADE OF *PROSOPIS JULIFLORA*,
IN THE MARACAIBO PLAIN, ZULIA STATE

Abstract. We reported development of Neem (*Azadirachta indica*) in natural areas, shaded by *Prosopis juliflora* (cují yaque mesquite) in the Maracaibo Plain, Zulia State, Venezuela. Research was undertaken in an area of the University of Zulia during the dry season (December 2006-February 2007), in a Very Dry Tropical Forest zone. A 0.35 ha plot was used, and plants were grouped into three categories, according to mean height: I (1-55 cm), II (56-111 cm), and III (112-166 cm). Fifteen plants were sampled in each category, to determine dry aerial biomass, and we counted 1.481 individuals in different growth phases, from plantlets with cotyledons (1 cm high) to small trees (166 cm high). Dry aerial biomass was directly proportional to the height of the plants in the different growth phases. Seeds were not detected in the soil, and most plants were located near the trunk of *P. juliflora*. Also, plants were not observed outside of shaded areas. Results suggest that development of *A. indica* is favored by soil conditions and microclimate produced by the shade. *Azadirachta indica* may become an invader to the Maracaibo Plain by "taking advantage" of shaded areas under *P. juliflora*, although dominance by *Cenchrus ciliaris* in secondary savannas near the study area, as well as high evapo-transpiration could inhibit the growth of this species. Thus, further studies dealing with colonization, dispersion and establishment of *A. indica* in the Maracaibo Plain are recommended. *Received: 15 March 2007, accepted: 29 June 2007.*

Key words: *Azadirachta indica*, growth, Zulia State, Maracaibo Plain, *Prosopis juliflora*, shade, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Azadirachta indica A. Juss. (Meliaceae), comúnmente conocida como Neem, Nin y Margosa, es un árbol de 7 a 30 m de altura, de fuste recto (diámetro del tallo de 30 a 80 cm), corteza arrugada de color marrón oscuro a gris, copa densa y redondeada con hojas pinnadas, raíces pivotantes profundas, sistema radical lateral extenso y su reproducción es a través de semillas (Parrota y Chaturvedi 1994). La especie es nativa del sur de Asia, específicamente de la India y de Myanmar (antigua Burna). En la India crece en bosques secos siempreverdes, caducifolios y espinosos, y tolera la mayoría de los suelos incluyendo los poco profundos, secos y pedregosos con pH entre 5,0 y 8,5. La temperatura media anual para su crecimiento oscila de 21 a 32 °C, mientras que la precipitación varía entre 400 a 1.200 mm (Parrota y Chaturvedi 1994, Urdaneta 2001).

Azadirachta indica es una especie invasora (alóctona) en varios ecosistemas como matorrales y ambientes forestales, así como también en zonas degradadas, pastizales y áreas agrícolas (Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental 2003). Esta especie, no nativa, generalmente compite por luz, espacio y nutrientes con la flora autóctona e incluso hasta por sus diseminadores animales (aves y murciélagos). Cabe destacar, que gracias a su capacidad espontánea para establecerse, el Neem adquiere un comportamiento invasivo en ambientes naturales y seminaturales; ésto genera cambios drásticos en los ecosistemas y produce importantes impactos en la flora y fauna locales (Guix *et al.* 2001).

Stoney (1998) señaló que *A. indica* ha sido introducida y establecida en los trópicos y subtropicos, especialmente en las áreas más secas del sur de Asia, Islas del Pacífico, Australia, Sur y Centro América, el Caribe, el Sub-Sahara Africano y el Medio Oriente, y juega un papel importante tanto en ambientes urbanos como rurales. Su buena formación de copa y corto periodo de muda lo ha hecho una opción popular como planta de sombra alrededor de edificios y en los márgenes de las carreteras. En gran parte de estas regiones, *A. indica* es altamente invasora, transformando ecosistemas abiertos en ecosistemas cerrados con pérdida de la biodiversidad gracias a su sombreado (Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental 2003).

En la década de los noventa, *A. indica* se introdujo en Venezuela en los estados Falcón, Lara, Mérida, Trujillo y Zulia, entre otros, donde se llevaron a cabo ensayos de plantaciones y se utilizó como planta ornamental en avenidas y como linderos de fincas y terrenos (Reyes *et al.* 2003).

La Planicie de Maracaibo posee condiciones agroecológicas adecuadas para el establecimiento de *A. indica*. La zona se clasifica como un Bosque Muy Seco Tropical, con una precipitación que oscila entre 400 y 600 mm (media de 539,9 mm), la cual es dos a cuatro veces menor que la evapotranspiración potencial (2.100 mm). La región posee una temperatura promedio de 28,5 °C, una humedad relativa promedio del 76% y una vegetación xerófila secundaria (Holdridge 1957, Ewel y Madriz 1968).

Prosopis juliflora (Sw.) DC. (Mimosaceae), conocida como “cují yaque”, “algarrobo”, es un arbusto armado o árbol pequeño de 9 a 17 m de altura, con un tronco de 0,3 a 1,3 m de diámetro, de crecimiento rápido, fijador de nitrógeno, tolerante a condiciones áridas y suelos salinos, con precipitaciones anuales de 150 a 1.670 mm, temperatura de 20,3 a 28,5 °C, pH cercano a 7,0 y además constituye la especie leñosa dominante del bosque xerófilo secundario

de la Planicie de Maracaibo (Ewel y Madriz 1968, Global Invasive Species Database 2006).

Los estudios realizados con algunas especies del género *Prosopis* han demostrado que estas plantas pueden modificar su ambiente, concentrando agua y nutrientes, y brindando protección contra altas temperaturas e irradiación (Villagra *et al.* 2004). Diversos investigadores señalan que la cobertura de las especies de *Prosopis* facilita el establecimiento de cactus, hierbas y arbustos perennes que no crecen en áreas expuestas directamente al sol (Villagra *et al.* 2004).

Ribaski y Menezes (2002) demostraron, en una región de clima semi-árido calido de Brasil, que la sombra de los árboles de *P. juliflora* mejoró las condiciones microclimáticas para el desarrollo de *Cenchrus ciliaris*, al disminuir la temperatura ambiental y de las hojas de esta gramínea; así mismo reportaron una mayor fertilidad bajo *P. juliflora* con un incremento en los niveles de materia orgánica del suelo y de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio cerca del tronco de los árboles.

En general, son escasos los trabajos realizados sobre el grado de invasión de las plantas aloctónas en una determinada región y sobre el análisis de sus éxitos de colonización a través del mantenimiento de un monitoreo a lo largo del tiempo (Guix *et al.* 2001). En tal sentido, no se conocen trabajos sobre la evaluación del impacto ecológico de la introducción de *A. indica* en la Planicie de Maracaibo. El objetivo de esta investigación es reportar el desarrollo silvestre de *Azadirachta indica* (Neem) bajo el sombreado de *P. juliflora* (cují yaque), especie arbustiva-arbórea característica del Bosque Muy Seco Tropical de la Planicie de Maracaibo.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en un área de la Ciudad Universitaria “Antonio Borjas Romero” de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela (Coordenadas UTM 20P 447662 N, 1194023 E) entre diciembre 2006 y febrero 2007 (periodo de sequía), (Fig. 1) con condiciones de un Bosque Muy Seco Tropical, según Holdridge (1957). Esta zona es de sabanas arboladas secundarias con predominio de *Cenchrus ciliaris* L. (pasto bufel), gramínea naturalizada de amplia cobertura del suelo, además de vegetación secundaria del bosque xerófilo de la zona.

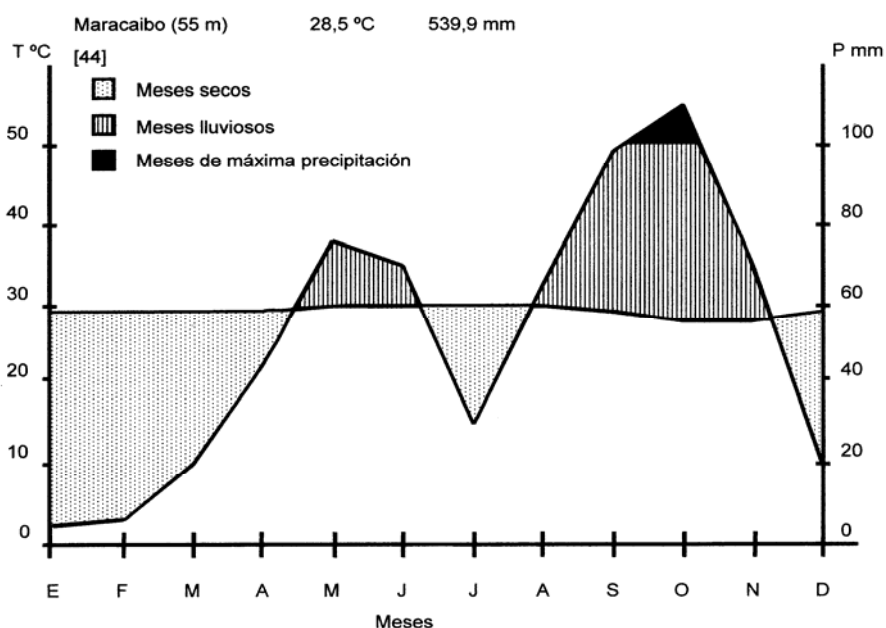


Figura 1. Climograma del área de estudio: Ciudad Universitaria “Dr. Antonio Borjas Romero” de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela (Bosque Muy Seco Tropical). Datos anuales: Temperatura = 44 años, Precipitación = 44 años. Periodo 1950-1993.

El trabajo se desarrolló bajo sombreado natural de las copas de 94 arbustos de *P. juliflora* (altura media 5 m), plantados con fines ornamentales al margen de la carretera, ocupando un área de 20 x 175 m ($3.500 \text{ m}^2 = 0,35 \text{ ha}$), dentro de los terrenos de la Ciudad Universitaria; éstos últimos se caracterizan por presentar textura franco-arenosa, un horizonte argílico entre los 20 y 30 cm de profundidad y un pH de 5 a 6 (Materano *et al.* 1985).

TOMA DE LAS MUESTRAS: CONTEO, ALTURA Y BIOMASA AÉREA SECA DE LAS PLANTAS

Se contaron las plantas de *A. indica* debajo del sombreado de *P. juliflora* y se midió la altura de los individuos, desde la superficie del suelo hasta la yema apical. Las plantas se agruparon en tres estructuras de clases (categorías I, II y III) de acuerdo a la altura. La biomasa aérea seca se determinó por deshidratación del material vegetal en una estufa a 60° C durante 72 horas o hasta secarse completamente con el objeto conocer la acumulación de masa durante el crecimiento y el desarrollo de las plantas en el área; para ello se emplearon 15 plantas de cada una de las estructura de clases.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se contaron 1.481 individuos de *A. indica* en diferentes etapas de crecimiento, que incluían desde plántulas con cotiledones hasta arbolitos con alturas entre 1 hasta 166 cm, respectivamente, bajo la sombra de *P. juliflora* (Tabla 1). Se ha descrito que *A. indica* tolera la sombra moderada durante las etapas iniciales de su crecimiento, lo cual puede ser beneficioso para esta especie bajo condiciones extremadamente cálidas (Troup 1981, Parrota y Chaturvedi 1994). Además, se ha señalado que las semillas de *A. indica* son sensibles a elevadas exposiciones solares (Urdaneta 2001), lo cual podría explicar que *A. indica* crezca debajo de la copa de cují yaque. Dichos resultados se corresponden con la alta radiación solar y la elevada evapotranspiración a la cual está sometida la Planicie de Maracaibo debido a sus condiciones climáticas (Fig. 1).

Tabla 1. Número de plantas, altura y biomasa aérea seca de *Azadirachta indica* bajo el sombreado de *Prosopis juliflora* en la Planicie de Maracaibo, Estado Zulia.

Categoría	Número de plantas	Altura (cm) ^a	Biomasa Aérea Seca ^a (g/ind)
I (1- 55 cm)	903	28,8 ± 15,6	1,45 ± 1,41
II (56-111 cm)	474	77,3 ± 14,9	49,0 ± 25,23
III (112-166 cm)	104	136,5 ± 16,9	197,1 ± 96,34
Total	1.481		

^a Promedio ± DE.

Por otra parte, la biomasa seca aérea se incrementó proporcionalmente con la altura de las plantas, en diferentes estadios de desarrollo, (Tabla 1), lo cual sugiere que la disponibilidad de recursos (agua y nutrientes), debajo de la copa, estimula la acumulación de materia orgánica (ganancia de masa) en las plantas favoreciendo así el crecimiento de *A. indica* en la zona. Aunado a esto, las condiciones microclimáticas del sombreado de *P. juliflora* podrían favorecer el establecimiento de *A. indica*.

No se observaron semillas de *A. indica* en el suelo debajo de la copa de *P. juliflora*. Es probable que la fuente de estructuras reproductoras tenga su origen en árboles de *A. indica* sembrados, a 30 m de distancia aproximada-

mente del área de estudio, y su transporte a la zona del sombreado podría ser vía aves (Parrota y Chaturvedi 1994).

Los recorridos y las observaciones realizadas en la misma Ciudad Universitaria han revelado el crecimiento de *A. indica* debajo de la copa de *Melicocca bijuga*, *Peltophorum pterocarpum*, *Tabebuia rosea*, *Cordia alba*, *Mangifera indica*, *Ceiba pentandra* (datos no publicados), entre otras especies, lo cual pareciera indicar que los diseminadores de las semillas sean las aves.

El mayor número de plantas se localizó cerca del tronco de *P. juliflora*. Esto se podría vincular con los hallazgos de Ribaski y Menezes (2002) quienes han descrito que las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio del suelo cerca del tronco de los árboles de *P. juliflora*, en una región semi-árida de Brasil, son mayores en comparación con las correspondientes al de la periferia de la copa; lo cual genera un incremento en la fertilidad del suelo. Este incremento del nivel nutricional edáfico podría explicar la relativa abundancia de individuos de Neem cerca del fuste de *P. juliflora*, y así se favorecería el crecimiento de Neem en la zona.

De igual forma, se observó la ausencia de individuos de *A. indica* fuera de los límites del sombreado, zona que corresponde a sabanas secundarias monoespecíficas dominadas por *Cenchrus ciliaris*. Troup (1981) reportó que *A. indica* es intolerante a la competencia por las gramíneas, durante las etapas iniciales de crecimiento, requiriendo del raleo de las malezas para asegurar su supervivencia, en particular en zonas secas.

Los individuos de *A. indica*, en general, se encontraban en las primeras etapas de desarrollo, y de acuerdo con Willianson (1996), muchas plantas invasoras no representan problema alguno durante su fase de establecimiento. Esto se podría interpretar como un carácter inofensivo de la especie en la zona.

Sin embargo, no debe subestimarse el hecho de encontrarse las plantas en sus etapas tempranas de crecimiento, ya que según lo descrito por Villaseñor y Espinoza-García (2004), las poblaciones de especies vegetales alóctonas, luego de adaptarse a sus nuevos ambientes, y en la ausencia de sus enemigos naturales, pueden incrementar rápidamente en número y dispersarse dentro de las comunidades naturales donde se convierten en invasoras y dominantes.

Se puede concluir que *A. indica* podría adquirir un comportamiento invasivo en la Planicie de Maracaibo aprovechando el sombreado de *P. juliflora*, aunque la dominancia de *C. ciliaris* en sabanas secundarias próximas al área de estudio y la elevada evapo-transpiración podrían inhibir su

crecimiento. Por lo tanto se recomienda realizar investigaciones sobre colonización, dispersión y establecimiento de *A. indica* en la región.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones Biológicas por el apoyo logístico e infraestructura para realizar este trabajo. A los cuatro árbitros anónimos cuyas valiosas observaciones permitieron mejorar el manuscrito.

LITERATURA CITADA

- EWEL, J. Y A. MADRIZ. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Editorial Sucre, Caracas, Venezuela, 265 pp.
- GLOBAL INVASIVE SPECIES DATEBASE. 2006. *Prosopis juliflora* (shurb). Disponible en: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp>. (Consulta: 10 junio 2007).
- GUIX, J., M. SOLER, M. MARTÍN, M. FOSALBA Y A. MAURI. 2001. Introducción y colonización de plantas alóctonas en un área mediterránea: evidencias históricas y análisis cuantitativo. *Orsis* 16: 145–185.
- HOLDRIDGE, R. L. 1957. Determination of world plant formations from simple data. *Science* 105 (2727): 367–368.
- HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL. 2003. Nim. *Azadirachta indica* A. Juss. Disponible en: http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/fichas_espanhol/Az_indica.htm (Consulta: 24 enero 2007).
- MATERANO, G., W. PETER, N. NOGUERA Y J. VILLAFANE 1985. Estudio detallado de suelos de terrenos de la Ciudad Universitaria de la Universidad del Zulia. Informe Técnico del Departamento de Suelos, Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 59 pp.
- PARROTA, J. A. Y A. N. CHATURVEDI. 1994. *Azadirachta indica* A. Juss. Neem, margosa. SO-ITF-SM-70. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA, 8 pp.
- REYES, E. C., S. W. VALERO Y D. A. GARAY. 2003. Estudio preliminar de las propiedades físicas de la especie *Azadirachta indica* (Neem), procedentes del Estado Falcón (Venezuela). *Revista Forest. Venez.* 47(2): 23–29.
- RIBASKI, J. Y E. DE A. MENEZES. 2002. Disponibilidad y calidad del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en un sistema silvopastoril con algarrobo (*Prosopis juliflora*) en la región semi-árida Brasileña. *Agroforestería en las Américas* 9(33–34): 8–13.
- STONEY, C. 1998. *Azadirachta indica*. Nim, un árbol versátil para los trópicos y subtrópicos. Disponible en: <http://www.winrock.org/forestry/factnet.htm>. (Consulta 10 febrero 2007).
- TROUP, R. S. 1981. The silviculture of Indian trees. Ed. Rev. Delhi: Controller of Publications, Vol. 3, New Delhi, India, 311 pp.
- URDANETA, J. 2001. “Neem: Un árbol milagroso”. Manual Técnico. Agrotécnico 25 Aniversario de la División de Extensión Agrícola (DEA), Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Tipografía Mundo S. A., Maracaibo, 50 pp.

- VILLAGRA, P. E., M. A. CONY, N. G. MANTOVÁN, B. E. ROSSI, M. M. GONZÁLEZ-LOYARTE, R. VILLALBA Y L. MARONE. 2004. Ecología y manejo de los algarrobales de la Provincia Fitogeográfica del Monte. Pp. 1–32, *en* M. F. Arturi, J. L. Frangi y J. F. Goya (eds.), Ecología y manejo de bosques nativos de Argentina. Presentación multimedia en CD, Editorial Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
- VILLASEÑOR, J. L. Y F. J. ESPINOZA-GARCÍA. 2004. The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distribution* 10: 113–123.
- WILLIAMSON, M. 1996. Biological invasions. Chapman & Hall Press, London, UK, 244 pp.