

PRODUCCIÓN DE FRUTOS PROLÍFICOS EN *Cylindropuntia caribaea* (Britton y Rose) F.M.Knuth in Backeb. Y F.M.Knuth (CACTACEAE) COMO ESTRATEGIA REPRODUCTIVA

PROLIFIC FRUIT PRODUCTION *Cylindropuntia caribaea* (Britton and Rose) F.M.Knuth in Backeb. AND F.M.Knuth (CACTACEAE) AS REPRODUCTIVE STRATEGY

ROGER VELÁSQUEZ ¹, JOSÉ VÉLIZ ², JESÚS BELLO ¹

Universidad de Oriente, ¹ Vicerrectorado Académico, Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayacán, Laboratorio de Ambiente Terrestre, ² Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencias, Departamento de Biología, Cumaná, Venezuela. E-mail: velasquezarenas@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue comprobar si algunas variables morfológicas y bioquímicas de los frutos prolíficos de *Cylindropuntia caribaea* le permiten tener una estrategia reproductiva vegetativa eficaz ante el fracaso de su reproducción sexual. El estudio se llevó a cabo en la localidad de Guayacán, península de Araya, estado Sucre. Se recolectaron 50 flores y 100 frutos de 20 plantas adultas. La variable analizada en las flores fue la cuantificación del número de óvulos, mientras que en los frutos se registró la biomasa fresca, número de cladodios o artejos, diámetro de cada fruto, número de semillas, concentración de humedad y carbohidratos totales. Las flores presentaron un ovario infero con un promedio de 19 óvulos, los frutos prolíferos mostraron un número de artejos que varió de dos a nueve. Los frutos de esta especie son más pequeños que los de otras especies de la misma familia, por lo tanto estos presentaron menor biomasa, menor contenido de humedad y carbohidratos totales. Este tipo de frutos ya se ha descrito con anterioridad en otras especies de los géneros *Cylindropuntia* y *Opuntia*; sin embargo, estos frutos se diferencian de los otros porque aunque en las flores hay formación de óvulos, éstos son abortados y no hay desarrollo de semillas. Esto permite concluir que la propagación de esta planta, en el área de estudio, es netamente vegetativa tanto por los cladodios que se desprenden fácilmente, como por el desarrollo de los frutos prolíferos, garantizándose así la supervivencia de la especie.

PALABRAS CLAVE: Guayacan, carbohidratos, semillas, frutos.

ABSTRACT

The objective of this study was to test whether some morphological and biochemical variables of the prolific fruits of *Cylindropuntia caribaea* allow the species to have an efficient vegetative reproductive strategy compensating the failure of its sexual reproduction. The study was conducted in the town of Guayacán, Araya Peninsula, Sucre state. Fifty flowers and 100 fruits were collected from 20 adult plants. The variables analyzed, in the flowers, was the number of ovules, while in the fruits were the fresh biomass, number of pads or knuckles, diameter of each fruit, seed number, humidity and total carbohydrate concentration. The flowers have an inferior ovary with an average of 19 ($\pm$ DE?) ovules. The prolific fruits showed a number of knuckles that varied from two to nine. The fruits of this species are smaller than those of other species of the same family, so they had lower biomass, lower moisture content and of total carbohydrates. This type of fruit has been described previously in other species of the genera *Cylindropuntia* and *Opuntia*. However, these fruits differ from those detailed above because although there is formation of ovules, they are aborted and there is no seed development. This leads to conclude that the spread of this plant in the study area is purely vegetative, both through knuckles that detach easily and by the development of prolific fruit, which guarantee the survival of the species.

KEY WORDS: Guayacan, carbohydrates, seeds, knuckle.

INTRODUCCIÓN

La familia Cactaceae se encuentra representada por plantas morfológicamente distintivas, fácilmente reconocibles y está integrada aproximadamente por alrededor de 2.000 especies (Gibson y Nobel 1986, Prieto *et al.* 2008). La subfamilia más diversa que presenta la familia Cactaceae es la Opuntioideae, conformada por especies distribuidas latitudinalmente desde Alberta (Canadá) hasta La Patagonia (Argentina) y longitudinalmente desde las islas del Caribe hasta las islas Galápagos en el Océano Pacífico (Anderson 2001, Reyes *et al.* 2006, Cota 2008); además, existen especies introducidas y naturalizadas en la cuenca del Mediterráneo, África, Asia y Oceanía (Kiesling 1998, Reyes *et al.*

2005, Reyes *et al.* 2006, Guillot y Der-Meer 2006). Las especies de esta familia se encuentran formando parte de ecosistemas xéricos que se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 3.400 m de altitud; esta particularidad se debe a que posee adaptaciones morfológicas y fisiológicas como el metabolismo ácido crasuláceo (MAC); por ello comúnmente habitan, principalmente, en ambientes secos, ya sean zonas áridas, semiáridas o selvas caducifolias (Rebman y Pinkava 2001, Rzedowski 2006, Cota 2008, Peña *et al.* 2008).

En Venezuela el género *Cylindropuntia* está representado por la especie *C. caribaea*, la cual se encuentra distribuida en algunas regiones de la costa norte del país (Hoyos 1985, Cumana 1999, Hokche *et al.* 2008).

Esta especie comúnmente se le conoce como guasábara, guasábano, guasábana o tuna guasábara; presenta un hábito arbustivo con ejemplares que alcanzan alturas entre los 0,60 a 1,5 m; sin embargo, hay sitios donde pueden llegar a medir 2 m ó más, llegando a formar densas colonias. Las ramas o cladodios tienen forma cilíndrica con artículos de 5 a 10 cm de largo, los apicales dispuestos generalmente de forma horizontal. Las hojas son alargadas, caducas, de 1 a 2 mm de largo, nacen en areolas y están provistas de pelos blancos caducos. En las areolas también nacen de 2 ó 3 espinas anaranjadas, aciculares, de 2 a 3 cm de largo y con una cubierta papirácea fácilmente desprendible.

Las *Opuntias* en general poseen facilidad para formar nuevos individuos por vía vegetativa, en algunos casos ésta llega a ser la forma de reproducción predominante (Mandujano 1998). Desde el punto de vista ecológico esta estrategia permite un establecimiento rápido en ambientes secos (Palleiro 2001). Las estructuras vegetativas como tallos, bulbos, rizomas y esquejes que actúan como propágulos tienen mayores probabilidades de establecimiento que las plántulas procedentes de semillas, ya que provienen de genotipos seleccionados y sólo tienen que continuar con su crecimiento y desarrollo (Mandujano 1998, Palleiro 2001, Arizaga y Ezcurra 2002). Además, estos propágulos poseen una gran cantidad de reservas al ser mayores que las semillas, y no tardan tanto en crecer o establecerse y son menos susceptibles a la depredación (Mandujano 1998).

En *Cylindropuntia caribaea* se ha observado que además de la reproducción vegetativa a partir de cladodios que se desprenden fácilmente, los frutos en algunos casos pueden formar nuevos cladodios o artejos (frutos prolíficos), que al desprenderse de la planta madre pueden actuar como nuevos propágulos. En tal sentido, el objetivo del presente estudio fue comprobar si algunas variables morfológicas y bioquímicas de los frutos prolíficos de *C. caribaea* permiten a esta planta tener una estrategia reproductiva vegetativa eficaz ante el fracaso de la reproducción sexual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el año 2011 en la localidad de Guayacán, península de Araya, estado Sucre, Venezuela, a los 10° 38' 42" N y 63° 49' 29" O (Fig. 1), en un arbustal xerófilo dominado por especies como *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., *Lemaireocereus griseus* (Haw.) Britt. y Rose y *Castela erecta* Turpin. El clima de la zona se

caracteriza por una marcada aridez, con temperatura media anual de 27°C y precipitación anual de 521 mm³, además de presentar fuertes vientos (Cumana *et al.* 2000).

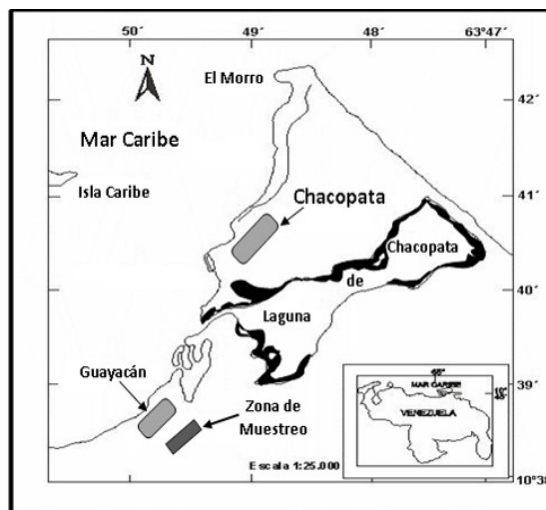


Figura 1. Ubicación del área de estudio

Material vegetal

Se seleccionaron 50 flores y 100 frutos que fueron recolectados de 20 ejemplares adultos de *Cylindropuntia caribaea* (Britton y Rose) F.M.Knuth in Backeb. y F.M.Knuth, para su caracterización en los laboratorios de Sistemática y Ecología Vegetal del Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayacán y de Bioquímica del Departamento de Biología de la Universidad de Oriente en la ciudad de Cumaná, estado Sucre.

Cuantificación del número de óvulos

El conteo del número de óvulos presente en cada flor se realizó mediante cortes longitudinales y transversales del ovario observados en un microscopio estereoscópico.

Cuantificación del número de artejos y biomasa fresca (g) de cada fruto

Se contó el número de artejos que presentaba cada fruto; luego para determinar la biomasa del fruto (BF) y artejos (BA), estos fueron pesados en una balanza electrónica ($1000 \text{ g} \pm 0,01 \text{ mg}$) y posteriormente se calculó la biomasa fresca total del fruto con artejos (BTFA) mediante la suma de la MF y MB.

Diámetro del fruto (cm)

Se midió el diámetro ecuatorial (DE) y polar (DP) de cada fruto con un vernier digital, marca Mitutoyo, 0-150 mm.

Número de semillas (NS)

Para el conteje de las semillas se procedió a realizar en los frutos un corte longitudinal, luego que fue observado con un microscopio estereoscópico.

Contenido de humedad del fruto

Este se obtuvo por la diferencia entre la biomasa fresca (BF) de los frutos recién cosechados y la biomasa seca, luego de secarlos en estufa a 60°C, durante 72 horas o hasta que la biomasa fuera constante.

Cuantificación de carbohidratos totales presentes en el fruto

El contenido de carbohidratos totales del fruto se determinó por el método de Antrona (Van Handel 1965) a partir de 0,5 g de muestra. La absorbancia (620 nm) fue medida en espectrofotómetro Jenway® (6405 UV/VIS) y contrastada con una curva estándar de glucosa.

Análisis estadístico

La evaluación de las variables bióticas se realizó mediante la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis (Siegel y Castellan 1995), gráficamente representadas en diagramas de cajas y bigotes de acuerdo a la recomendación de Boyer *et al.* (1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cylindropuntia caribaea forma parte del arbustal xerófilo, creciendo agrupada, formando densas colonias, en algunos casos impenetrables y generalmente expuesta a la luz solar. El tipo de sustrato que prefiere es arcillo-arenoso, con poca materia orgánica y florece durante el mes de junio (Velázquez, *obs. pers.*).

Las flores de *C. caribaea* son diurnas, amarillas, hermafroditas, de 2 a 3 cm de largo, estilo delgado, de 10 a 11 mm de largo, con estigmas tri- ó tetralobulados, de 1 mm de largo. El ovario es ínfero y posee numerosos óvulos (Fig. 2). La flor permanece abierta un solo día y su hora de antesis es de 11:00 am a 9:00 pm (Velázquez, *obs. pers.*).

Los frutos son rojo-anaranjados, de 2 cm de diámetro polar y 2,5 cm de diámetro ecuatorial, ovoides, globosos hasta piriformes, carnosos, mucilaginosos, cubiertos por gloquideos (Fig. 3). Aunque los frutos prolíficos contados presentaron entre dos a nueve artejos el promedio de estos fue de 5,09 (Tabla 1).



Figura 2. Flores (A) y (B) corte longitudinal de la flor de *Cylindropuntia caribaea* donde se observa la formación de óvulos.



Figura 3. Frutos prolíficos de *Cylindropuntia caribaea*.

Tabla 1. Características medidas en los frutos de *Cylindropuntia caribaea*.

Muestra	BFTA (g)	BF (g)	BA (g)	NA	DP(cm)	DE (cm)
<i>C. caribaea</i>	6,61 ± 3,31	3,12 ± 1,06	3,49 ± 2,25	5,09 ± 1,50	2,34 ± 0,37	1,56 ± 0,87

BTFa: Biomasa fresca total del fruto con los artejos, BF: Biomasa del fruto, BA: Biomasa de los artejos, NA: Número de Artejos, DP: diámetro polar y DE: diámetro ecuatorial. En cada variable se describe el promedio ± la desviación estándar

Los frutos de esta especie son más pequeños que los frutos de otras especies de la misma familia: en *Opuntia ficus-indica* estos miden 6,17 cm de largo y 7,51 cm de diámetro (Domínguez-López 1995), en *Opuntia elatior* 6,84 cm de largo y 2,75 cm de diámetro (Moreno *et al.* 2008), mientras que los frutos de *Opuntia imbricata* oscilan entre 2,5 y 4,5 cm de largo y entre 2 y 3 cm de diámetro (Núñez y García 2008), estos además de poseer mayor tamaño también presentan mayor peso que los frutos en estudio.

El contenido de humedad del fruto de *C. caribaea* (77,17%) es inferior a los señalados en otras especies (Tabla 2), como por ejemplo: *O. ficus-indica* donde se reportó un contenido de humedad entre 85-95% (Domínguez 1995), *O. elatior* con 88,17% (Moreno *et al.* 2008), *O. boldingii* y *O. streptocantha* con 88,40% y 87,0%, respectivamente (Mohamed-Yansseen *et al.* 1996).

En la Tabla 2 se observa que el porcentaje de carbohidratos totales (11,42%) de *C. caribaea* fue menor al presentado por otras especies, como: *O. amyloacea* (16,0%) (Mohamed-Yansseen *et al.* 1996), *O. streptacantha* (20,92%), *O. hyptiacantha* (21,71%), *O. megacantha* (21,67%), *O. albicarpa* (21,24%), *O. ficus-*

indica (23,17%), *O. lasiacantha* (22,23%) y *O. chavena* (16,03%) (Núñez y García 2008).

Tabla 2. Contenido de humedad y carbohidratos totales presentes en los frutos de *Cylindropuntia caribaea*.

Muestra	% de humedad	% Carbohidratos totales
<i>C. caribaea</i>	77,17 ± 20,35	11,42 ± 5,83

A pesar que *C. caribaea* presenta frutos vistosos como otras especies típicas de esta familia, en la zona de estudio no se observó depredación de los mismos por parte de la fauna típica de estos ambientes (aves, mamíferos y reptiles). Esta particularidad pudiera ser atribuida al bajo contenido de azúcares y agua presentes en los mismo, que lo pudieran hacer menos apetecible para la fauna frugívora de la zona; sin embargo, en ambientes similares ubicados en el extremo noroccidental de la península se evidenció que estos frutos eran consumidos por reptiles (*Cnemidophorus lemniscatus*).

Los frutos prolíficos de esta especie pueden formar nuevos artejos (Fig. 3), siendo esta una de las estrategias de propagación vegetativa ya reportada en otras especies de los géneros *Cylindropuntia* y *Opuntia* de la familia Cactaceae (Mandujano *et al.* 1996), destacando entre estas a *Cylindropuntia leptocaulis* (DC.) F.M.Knuth, especie nativa de México, que además de utilizar la reproducción sexual mediante semillas, aunque no está claro si por embriones adventicios formados a partir de la nucela, también se propaga vegetativamente mediante la formación de frutos prolíficos (Vázquez *et al.* 2005). *C. caribaea* se diferencia de *C. leptocaulis* en que la reproducción sexual por semillas es nula, porque a pesar de que hay formación de flores y óvulos (Fig. 2), al disecar los frutos en el extremo distal se evidenciaron los óvulos abortados (Fig. 4), lo que indica que en el área estudiada la propagación de esta planta es netamente vegetativa.

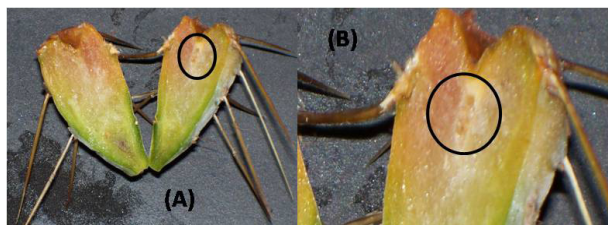


Figura 4. (A) Corte longitudinal del fruto de *Cylindropuntia caribaea* donde se observan los óvulos abortados en el círculo y donde no hay formación de semillas, (B) acercamiento de la zona señalada.

La supresión de la reproducción sexual en esta especie puede ser el resultado, ya sea de la falta de polinizadores, depresión endogámica o limitaciones en el metabolismo debido a las condiciones estresantes de escasez de agua,

altas temperaturas y tipo de sustrato (Mandujano *et al.* 1996, Palleiro 2001, Plasencia 2003). Frente a esta situación, el desarrollo de frutos prolíficos es una alternativa a la ausencia de la reproducción sexual, garantizando ellos la permanencia de la especie en el área. Esto se ve facilitado porque el pericarpelo, el tejido que envuelve al ovario, es parte del tallo modificado, y en él todavía persisten areolas en donde hay tejido meristemático activo (Bravo-Hollis 1978, Fuentes-Pérez *et al.* 2009).

Con relación a las variables determinadas, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el número de artejos formados y el peso de los mismos y, diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el peso del fruto y el número de artejos formados. Esto significa que mientras mayor sea el peso de los frutos, el número de artejos que puede soportar el fruto será mayor (Fig. 5 y 6). Sin embargo, cuando se compara el peso de los frutos con el peso de los artejos no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$), esto demuestra que dependiendo del número de artejos que presenta el fruto habrá una estabilidad entre el peso de ambas estructuras.

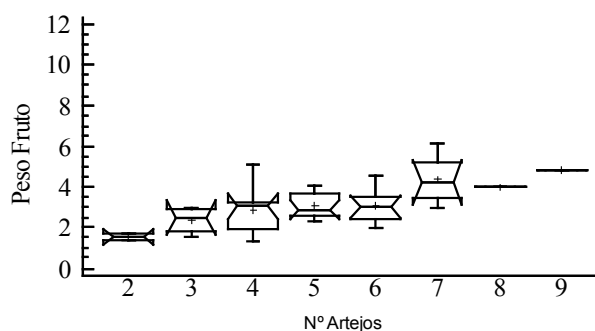


Figura 5. Relación entre el peso de los artejos y número de artejos presente en los frutos de *Cylindropuntia caribaea*.

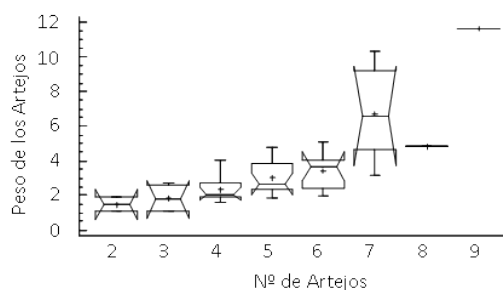


Figura 6. Relación entre el peso de los frutos y número de artejos de *Cylindropuntia caribaea*.

Vázquez *et al.* (2005) encontraron que en *Cylindropuntia leptocaulis*, a medida que disminuye el número de semillas mayor es el número de artejos que se forman; en *C. caribaea* se observa que a medida que aumenta el tamaño del fruto mayor es el número de artejos que se forman,

pareciera que al no haber formación de semillas parte de los carbohidratos del fruto son utilizados para crear más artejos y de esa manera asegurar las probabilidades de supervivencia (o mejorar la eficiencia de la reproducción vegetativa). En este caso se infiere que los frutos al no poseer semillas actúan como reservorio de agua y energía que favorece la formación de los artejos.

Los artejos no forman raíces cuando están pegados al fruto o la planta; posiblemente, una vez que los frutos con los artejos caen al suelo, bien sea por acción del viento o por depredadores, los frutos funcionan como sustento de los artejos, que al culminar de reabsorber por completo el agua y nutrientes del fruto, empiezan a enraizar y formar nuevas plantas.

Otro de los comportamientos que presenta esta especie es que al no desprenderse el fruto de la planta con el tiempo éste vuelve a asumir nuevamente funciones fotosintetizadoras y se transforma en otra rama, debido a que adopta la forma y color característicos de la misma (Velázquez, *obs. pers.*). Esto permite afirmar que cuando el fruto está unido a la rama actúa como reserva de agua o energía (Vázquez *et al.* 2005) y las ramas incrementan la superficie fotosintéticamente activa, mientras que cuando éste se desprende y cae al suelo sirve de reserva energética para formar raíces y sostener el crecimiento de los artejos.

CONCLUSIÓN

A pesar que las flores de *Cylindropuntia caribaea* presentaron numerosos óvulos, los frutos maduros no presentaron formación de semillas, pero se observó en la parte superior del mismo los óvulos abortados. La formación de artejos que hubo en todos los frutos, nos indica que la reproducción vegetativa, a través de la formación de los frutos prolíficos es la que garantiza la sobrevivencia de la especie en la zona y evidencia que la reproducción sexual en esta planta es nula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON EF. 2001. The cactus family. Timber Press. Portland, USA. 776 pp.
- ARIZAGA S, EZCURRA E. 2002. Propagation mechanisms in *Agave macracantha* (Agavaceae), a tropical arid-land succulent rosette. *Am. J. Bot.* 89(4):632-641.
- BRAVO-HOLLIS A. 1978. Las Cactáceas de México, Volumen 1, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp. 327.
- BOYER J, FOURQUIREAN J, JONES R. 1997. Spatial characterization of water quality in Florida Bay and whitewater bay by multivariate analyses: zones of similar influence. *Estuaries.* 20(4):743-758.
- CUMANA L. 1999. Caracterización de las formaciones vegetales de la Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Saber.* 11(1):7-16.
- CUMANA L, PRIETO A, OJEDA G. 2000. Flórula de la Laguna de Chacopata, Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Saber.* 12(1):25-33.
- COTA J. 2008. Evolución de las cactáceas en la región del Golfo de California, México. En: Estudios de las Islas del Golfo de California, Flores-Campaña, L.M. (Editor.) Universidad Autónoma de Sinaloa, Gobierno de Sinaloa y CONACYT, México. pp. 67-79.
- DOMÍNGUEZ-LÓPEZ A. 1995. Empleo de frutos y de los cladodios de la chumbera (*Opuntia* spp) en la alimentación humana. *Food. Scien. Techn. Inter.* 1:65-74.
- FUENTES-PÉREZ M, TERRAZAS T, ARIAS S. 2009. Anatomía floral de cinco especies de *Opuntia* (Opuntioideae, Cactaceae) de México. *Polibotánica.* 27:89-102.
- GIBSON A, NOBEL P. 1986. The cactus primer. Harvard University Press, Cambridge, MA, EEUU, pp. 286.
- GUILLLOT O, DER-MEER P. 2006. Algunos taxones nuevos del género *Opuntia* Mill. en la comunidad valenciana. *Flora Montiberica.* 32:39-50.
- HOKCHE O, BERRY P, HUBER O. 2008. Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela, pp. 859.
- HOYOS J. 1985. Flora de la Isla de Margarita. Venezuela Soc. y Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Monografía N° 34, Caracas, pp. 927.
- KIESLING R. 1998. Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica*. *J. Prof. Assoc. Cactus Dev.* 3:50-59.
- MANDUJANO M. 1998. The relative contributions of sexual

- reproduction and clonal propagation in *Opuntia rastrera* from two habitats in the Chihuahuan desert. *J. Ecol.* 86:911-921.
- MANDUJANO M, MONTAÑO C, EGUIARTE L. 1996. Reproductive ecology and inbreeding depression in *Opuntia rastrera* (Cactaceae) in the Chihuahuan desert: why are sexually derived recruitments so rare. *Am. J. Bot.* 83:63-70.
- MOHAMED-YASSEEN Y, BARRINGER S, SPLITS-TOESSER W. 1996. A note on the uses of *Opuntia* spp. in Central/ North America. *J. Arid Environ.* 32:347-353.
- MORENO M, GARCÍA D, BELÉN D, MEDINA C, MUÑOZ N. 2008. Análisis bromatológico de la tuna *Opuntia elatior* Miller (Cactaceae). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 25:68-80.
- NÚÑEZ D, GARCÍA E. 2009. Caracterización cuantitativa de carbohidratos no estructurales de frutos de *Opuntia*. Memorias del Programa Verano de la Ciencia de Universidad Autónoma de Querétaro, México, pp. 200.
- PALLEIRO N. 2001. Propagación vegetativa a través de frutos abortados de *Opuntia microdasys* en el desierto Chihuahuense. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp. 75.
- PLASENCIA L. 2003. Biología reproductiva de *Opuntia bradtiana* (Cactaceae) en Cuatro Ciénegas, Coahuila. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp. 49.
- PEÑA C, LUNA M, CARRANZA J, REYES J, FLORES A. 2008. Morphological characterization of *Opuntia* spp.: A multivariate analysis. *J. Prof. Assoc. Cactus Dev.* 10:1-10.
- PRIETO F, FILARDO S, ROMÁN A, MÉNDEZ M, PÉREZ E. 2008. Caracterización fisicoquímica de semillas de *Opuntias*. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó: Invest. Biod. Desarrollo.* 27(1):76-84.
- REBMAN J, PINKAVA D. 2001. *Opuntia* cacti of North America-An Overview. *Fla. Entomol.* 84:474-483.
- REYES J, AGUIRRE J. 2006. Geographical distribution of *Opuntia* in Mexico. Proceedings of the 2006 International Cactus Pear Conference. University of the Free State, Bloemfontein, South Africa, pp. 18.
- REYES J, AGUIRRE J, HERNÁNDEZ H. 2005. Notas sistemáticas y descripción detallada de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae). *Agrociencia.* 39:395-408.
- RZEDOWSKI J. 2006. Relaciones geográficas y posibles orígenes de la flora. En La vegetación de México. CONABIO. Disponible en línea: [http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/librosdigitales/Vegetacion de México/Capitulo5.PDF](http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/librosdigitales/Vegetacion%20de%20México/Capitulo5.PDF). (Acceso 05.01.2009).
- SIEGEL S, CASTELLAN N. 1995. Estadística no paramétrica aplicada a la conducta, Trillas, México, pp. 437.
- VÁSQUEZ E, SÁNCHEZ S, MARTORELL C. 2005. La producción de frutos prolíferos en *Cylindropuntia leptocaulis* (Cactaceae) como una alternativa ante el fracaso de la reproducción sexual. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 76:79-81.
- VAN-HANDEL E. 1965. Estimation of glycogen in small amounts of tissue. *Anal. Biochem.* 1:256-265.