

Esta información puede ser obtenida usando marcadores moleculares.

### Antecedentes

La taxonomía de las cactáceas es complicada, ya que la mayoría de los sistemas de clasificación genera confusiones y contiene una enorme sinonimia. La causa principal de este problema radica en la ignorancia que se tuvo acerca del concepto de especie, asimismo, al hecho de que estas plantas están en un proceso acelerado de evolución, y por lo tanto de diferenciación, lo cual dificulta la delimitación de especies y géneros. La familia de las cactáceas es un grupo morfológicamente heterogéneo que incluye 100 géneros y cerca de 1500 especies.

La clasificación es una actividad humana muy influenciada por los objetivos del usuario (Dale *et al.* 1989); sin embargo, el propósito esencial y fundamental es organizar a los miembros de una población en grupos para que su naturaleza y las interacciones entre ellos sean entendidas (Arkley, 1976).

La apertura de tierras de cultivo de granos básicos, así como la disminución de los huertos familiares de nopal, están provocando la desaparición de tipos cultivados valiosos, los cuales aún no están representados en los bancos de germoplasma.

Aunque en México no existen co-

lecciones de germoplasma de nopal de alcance nacional, existen varios a nivel regional, como la del INIFAP. Una de las principales colecciones de formas cultivadas de nopal se encuentra localizada en el Centro Regional Universitario Centro Norte (CRUCEN) de la Universidad Autónoma de Chapingo. Existen otras colecciones de nopal cultivado y silvestre en universidades estatales, como las de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL) en Marín, N.L., y la de la U.A.Ch en Chapingo, México.

El uso de marcadores moleculares puede ser muy útil en la identificación de variedades, particularmente cuando existe poca variabilidad fenotípica entre ellas. Los marcadores moleculares basados en el DNA poseen características ventajosas puesto que sus resultados no son afectados por el ambiente y están disponibles en un número casi ilimitado. Su uso puede proporcionar una herramienta directa y robusta para analizar las relaciones entre las accesiones, sobre la base de su similitud genética. Tal información, sería de gran importancia para la planeación del mejoramiento genético y el manejo del plasma germinal disponible (Noli *et al.* 1999). Los marcadores genéticos moleculares llamados RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) consisten en la visualización de fragmentos de DNA de diferentes tamaños generados por la reacción en cadena de la

polimerasa (PCR) utilizando iniciadores de secuencia arbitraria y electroforesis. Los marcadores moleculares basados en el DNA, como los RAPD, son ideales para caracterizar los recursos genéticos de cultivos perennes, puesto que dichos marcadores son independientes de la fase y condiciones de crecimiento de las plantas.

El aislamiento de DNA genómico es generalmente el primer paso en cualquier manipulación del DNA *in vitro*. El aislamiento del DNA cactáceo es notoriamente difícil porque contienen altas cantidades de polisacáridos y metabolitos secundarios cuya forma insoluble complica la extracción (Guillemaut y Maréchal-Drouard, 1992). Asimismo, la presencia de polisacáridos dificulta la amplificación del DNA por la PCR (Porebski *et al.* 1997). Existen varios métodos de extracción de DNA reportados en cactáceas; sin embargo, no se encontró alguno específico para nopal que hubiese sido reportado en forma previa a los propuestos por nuestro grupo (Saldaña *et al.* 1998 y García *et al.* 2000).

El objetivo general del presente trabajo es el desarrollo y aplicación de marcadores genéticos moleculares para la clasificación y estimación de la diversidad genética de *Opuntia* y *Nopalea*, específicamente de las colecciones de nopal de la FAUANL y el CRUCEN. En este artículo presentaremos los avances logrados en cuanto a:

1. Desarrollo de un protocolo para la extracción del DNA de nopal.
2. Desarrollo de un protocolo para la generación de marcadores moleculares del tipo RAPD para nopal.

### Materiales y métodos

Se utilizó DNA de nopal, obtenido por una modificación (García *et al.*, manuscrito en preparación) al método de fraccionamiento subcelular (el cual fue propuesto previamente por nuestro grupo, Saldaña *et al.* 1998), proveniente de 103 accesiones del Banco de Germoplasma de Nopal de la Facultad de Agronomía de la UANL, y del CRUCEN. Se probaron los iniciadores del conjunto A (OPA-1 al OPA-20) y del conjunto G (OPG-1 al OPG-20) de la compañía OPERON. Las reacciones de amplificación se prepararon, en un volumen total de reacción de 25ml conteniendo 20 ng de DNA, 1X de buffer de Taq polimerasa, 2.5 Mm de MgCl<sub>2</sub>, 10 M de cada uno de los dNTP's (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), 1U de Taq polimerasa, 15 ng de iniciador y 20 ng de DNA. Las muestras fueron puestas en un termociclador (BIO-RAD) usando un programa térmico de 45 ciclos (92°C por 1 min - 36°C por 1 min - 71°C por 1 min) mas un ciclo de inicio de 93°C por 1 min y un ciclo final de 72°C por 5 min.

Posteriormente, las muestras se so-

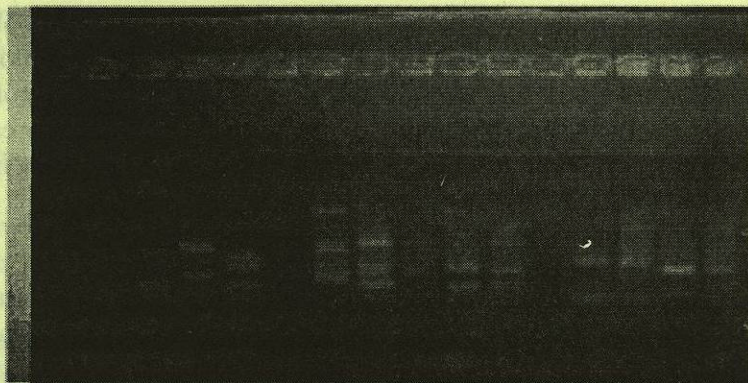


Figura 1. Productos amplificados por el iniciador OPG-02

metieron a electroforesis (150 v hr) en geles de agarosa (1%) , durante una hora. Posteriormente se tiñó el gel con bromuro de etidio (100 ml de 10mg/ml de bromuro de etidio en 1000 ml de  $\text{dH}_2\text{O}$ ) en agitación constante durante un tiempo de 20 min. Los productos de la amplificación se visualizaron en un transiluminador de luz UV.

#### Resultados y discusión

Los iniciadores del conjunto A (OPA-01, OPA-03, OPA-07, OPA-08, OPA-09, OPA-11) y del conjunto G (OPG-02, OPG-03, OPG-04, OPG-05, OPG-06, OPG-07, OPG-08, OPG-18, OPG-19) produjeron productos de amplificación con la mayoría de las accesiones. Algunos de los resultados se presentan en las Figuras 1.

#### Conclusiones

Los iniciadores OPG-02, OPG-03, OPG-05 y OPA-08, produjeron bandas polimórficas al considerar las accesiones estudiadas, lo que indica serán de utilidad en la clasificación taxonómica y medición de la diversidad genética del nopal.

#### BIBLIOGRAFÍA

- de la Cruz, M. Ramírez F., and Hernández H. 1997. DNA isolation and amplification from cacti. *Plant Molecular Biology Reporter* 15:319-325.
- Virk, PS et al. 1995. Use of RAPD for the study of diversity within plant germplasm collections. *Heredity* 74: 170-179.
- Saldaña A., JE et al. 1998. Técnicas para la extracción de DNA de nopal. Memoria XVII Congreso Nacional de Fitogenética.
- García Z., EA et al. 2000. Amplificación aleatoria de DNA polimórfico extraído de nopal (*Opuntia spp.*). Memoria XVIII Congreso Nacional de Fitogenética.

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *ECHINOCEREUS ENNEACANTHUS* ENGELMANN 1848 Y *ECHINOCEREUS PAPILLOSUS* LINKE EX RÜMPLER 1885, Y SU ASOCIACIÓN CON LA COBERTURA DE DIVERSAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS EN ANÁHUAC, N. L.

□ Antonio Moreno-Talamantes\*

#### Introducción

LA DISTRIBUCIÓN DE CUALQUIER especie vegetal está condicionada a factores bióticos y abióticos, estos, junto con las limitaciones fisiológicas de la misma, marcan la pauta para su desarrollo fenológico. Específicamente, las cactáceas son un grupo especializado a desarrollarse en ambientes xéricos, con severas limitaciones en humedad y expuestos a altas temperaturas, por lo que han adoptado diversos mecanismos para la mitigación de estas limitaciones. Alguno de estos mecanismos son la "adopción" de especies que mejoren su microhábitat, le propor-

ciones cobertura contra la radiación solar directa he incluso que aumente la humedad en torno a ella. Este fenómeno llamado Nodricismo ha sido documentado en diversas partes del mundo, incluyendo los desiertos Chihuahuense y Sonorense, principalmente para especies de cactáceas globosas de los Géneros *Mammillaria*, *Lophophora* y *Opuntia*, y para especies columnares como *Carnegiea*, *Stenocereus* (Álvarez-Hidalgo *et al*,1999; Hutto *et al*, 1986; McAuliffe y Janzen,1986; Turner *et al*,1966) pero muy pocos para *Echinocereus*, género típico de las planicies y altiplanicies de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas, por lo que este trabajo se enfoca a la distribución espacial de dos especies ampliamente distribuidas en el norte de estos tres estados, *Echinocereus enneacanthus* Engelmann 1848 y *Echinocereus papillosus* Linke *ex* Rümpler 1885, y su asociación con plantas nodrizas.

\* Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Celedonio Junco de la Vega 4919, Valle Verde 3er. sector, C.P. 64339 Monterrey, Nuevo León. E-Mail: amoreno@axtel.net

## Antecedentes

Depsain (1967), determina que la sombra tiene un efecto notorio en la sobrevivencia de plántulas de *Carnegiea gigantea*.

Turner *et al* (1966), realiza un experimento con plántulas de *Carnegiea gigantea* para observar el efecto de los factores medioambientales en la sobrevivencia y el crecimiento de esta especie, encontrando que la sombra es indispensable para la sobrevivencia de las plántulas ya que sin ella moría el 100% de estas en un lapso de un año.

Hutto *et al* (1986) encontró que existen significativamente más plántulas de *Carnegiea gigantea* bajo el follaje de plantas perennes, no encontrando relación con especies, si no con cobertura.

Aunque no se encontró una asociación específica con alguna especie, Álvarez-Hidalgo *et al* (1999), observaron que la cobertura de las plantas perennes se relaciona a un número mayor de rametos/geneto de *Lophophora difusa* en Querétaro.

Flores-Martínez y Callejas (1999) encontraron que el crecimiento de *Echinocactus platyacanthus* disminuye al disminuir la radiación solar, por lo que no se encuentra asociado a arbustos, mientras que para *Neobuxbaumia tetetzo* mantiene valores altos de crecimiento

con intercepciones de luz cercanas al 50%, encontrándose asociada en sus fases juveniles a diferentes especies de arbustos.

*Echinocereus sciurus* var. *floresii* presenta mayor densidad en espacios abiertos, pero se asocia a rocas, según encontraron Sánchez-Soto *et al* (1999) en un estudio realizado en el estado de Sinaloa.

Reyes-Olivas y García-Moya (1999) encuentran que *Opuntia puberula*, *O. rileyi*, *O. spraguei* y *O. weilcoxi* se asocian a arbustos, mientras que *Echinocereus sciurus*, *Mammillaria dioica* y *M. mazatlanensis* se encuentran asociados a rocas.

De Viana *et al* (1999), estudian el efecto Nurse en la distribución espacial de *Trichocereus pasacana* en Argentina, encontrando que esta especie se asocia a nodrizas, sin tener preferencia específica por alguna. Encontraron también que se asocia a rocas.

## Área de estudio

El presente estudio se realizó en el municipio de Anáhuac, Nuevo León. Su ubicación geográfica comprende las coordenadas: 27°38'19.5" de Latitud Norte y 100°20'41.8" de Longitud Oeste. Se encuentra ubicado en la Región Fisiográfica de la Gran Llanura de Norteamérica, en la Subpro-

vincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León, caracterizado por un clima Bso(h')(x') según Köppen, modificado por García (1964), definido como Árido Cálido, con lluvias con lluvias entre verano e invierno, alcanzando una precipitación media anual entre 400 y 500 mm., y un porcentaje de precipitación invernal mayor a 18mm.; la temperatura media anual registra rangos de entre 22 y 24°C con oscilación extremosa con respecto a las medias mensuales mayor a 14°C, con frecuencia de heladas de 0 a 20 días por año y de 0 a 2 días de granizadas (S.P.P., 1981).

El relieve de la zona está constituido por lomeríos suaves y llanuras, el suelo es de tipo Xerosol lúvico y háplico, con Vertisol crómico con textura de Migajón fina (DGG, 1983). La geología muestra que el área pertenece al cuaternario, con depósitos de aluvión por toda el área. (DETENAL, 1978). La vegetación predominante es Matorral Espinoso Tamaulipeco, con fisonomía de espinoso (DETE-NAL, 1978).

## Metodología

Se registró el total de ejemplares de *Echinocereus enneacanthus* y de *E. papillosus* en una parcela de muestreo de 1000 m<sup>2</sup>, subdividida en 10

subcuadrantes de 100 m<sup>2</sup> (10x10 m<sup>2</sup>) en una comunidad de Matorral Espinoso Tamaulipeco, y se observó si se encontraba bajo arbustos, árbol o a "cielo abierto". En la parcela además se realizó un muestreo cuantitativo del estrato arbóreo y arbustivo (altura mayor o igual a 0.50 mts.). El método que se utilizó fue el de puntos en cuadrante o "point-quarter sampling" (Franco *et al*, 1989; Brower *et al*, 1990). El método consiste en tender una línea de 100 metros, con muestreo a cada 10 metros, en el que la zona que rodea a cada punto de muestreo se divide en 4 partes iguales o cuadrantes, midiéndose la distancia (en cm) de la planta más cercanos al punto de muestreo (solo del estrato arbóreo o arbustivo), para cada cuadrante. También se tomaron medidas de dos diámetros (diámetro mayor y el menor, en cm) de cada planta, para obtener la cobertura, al igual que la altura del ejemplar en cm. Se obtuvieron a partir del muestreo cuantitativo los datos de Densidad total (*TD*), densidad absoluta por especie (*D*) y relativa (*Rd*), Frecuencia (*F*), frecuencia relativa (*Rf*), Cobertura (*C*) y cobertura relativa (*Rc*) y el Valor de Importancia (*IV*) (Brower *et al*, 1990).

Para determinar la correlación existente entre las cactáceas estudiadas, con respecto al uso de la cobertura aérea vegetal, se evaluaron los da-

tos recabados por medio del método de Correlación Dicotómica Nominal (Ives y Gibbons; 1967), ordenando los datos en una matriz dicotómica nominal, en donde se registró cada ejemplar de cada especie de cactus por un lado y la presencia o ausencia de cobertura por otro.

El coeficiente de correlación ( $r_n$ ) fue calculado de la siguiente manera:

$$r_n = a-b / a + b$$

donde  $a$  es el número de casos en donde ambas variables tiene el mismo valor y  $b$  es el número de casos en la que las variables difieren. La expresión de significancia del coeficiente de correlación fue calculada mediante el uso de la Aproximación Normal del test binomial:

$$Z_c = \frac{np - nc - 0.5}{npq}$$

$$H_0: p = 0.5 \text{ donde } p = c$$

$$H_a: p \neq 0.5$$

donde  $p$  es la proporción de registros de cactus bajo cobertura,  $n$  es igual al número de cactus,  $p$  es el número de cactus cubiertos,  $c$  es igual a  $p$  y  $q$  es igual a uno menos  $p$ . Al mismo tiempo se cuantifico el porcentaje

de uso de cobertura por especie y nodriza, para observar si existe una asociación con alguna especie en particular.

### Resultados

Dentro de la parcela de muestreo se observaron un total de 22 ejemplares de *E. papillosus*, con una densidad de 220 ejemplares por hectárea, mientras que para *E. enneacanthus* se observo mas del doble de ejemplares (47 ejemplares) con una densidad de 470 ejemplares por hectárea, dando un total para ambas especies de 770 ejemplares por hectárea.

Con respecto al muestreo cuantitativo de los estratos arbóreo y arbustivo, se encontraron 8 especies dentro de la comunidad (Tabla 1), de las cuales sobresalen *Castela texana* (IVI= 0.9533) y *Prosopis glandulosa* (IVI = 0.8577). El resto de las especies registraron valores iguales o menores a 0.45 con relación al Índice de Valor de Importancia (IVI). La especie con mayor densidad fue *Castela texana* con una densidad relativa del 32.5%, seguida de *Prosopis glandulosa* y *Opuntia leptocaulis* con 20% cada una. En cuanto a cobertura, *Prosopis glandulosa* tiene la mayor cobertura relativa con 41.63%, seguido de *Castela texana* con 31.79% y de *Condalia ericoides* con

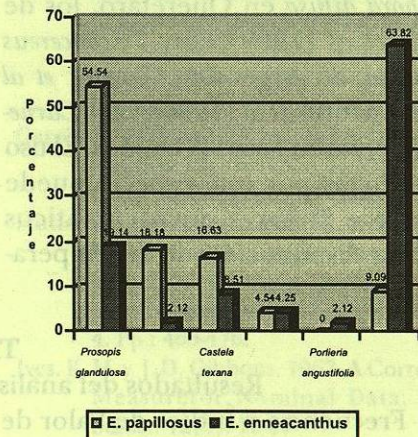
19.83%. El elemento más frecuente fue *Castela texana* con el 31.03% de frecuencia relativa seguida por *Prosopis glandulosa* con 24.14% y *Opuntia leptocaulis* con 17.24%, el resto de los elementos tiene una frecuencia relativa menor al 10%.

En cuanto a la correlación con el uso de cobertura, se encontró una correlación negativa con respecto a la presencia de *E. enneacanthus* bajo cobertura vegetal (-0.2766) con un valor de significancia alto (4.2956 >P, GL= •,  $Z_{0.001(2)} = t_{0.001(2)} = 2.5758$ ), mientras que para *E. papillosus* se obtuvo un valor de correlación positivo (0.8181) significativamente alto (13.6458 >P, GL= •,  $Z_{0.001(2)} = t_{0.001(2)} = 2.5758$ ), lo que indica un uso de la cobertura completamente diferente entre las especies de *Echinocereus*.

Se observó que el 63.82% de los ejemplares de *E. enneacanthus* no se distribuye bajo la cobertura aérea de alguna especie vegetal, mientras que el 90.90% de los ejemplares de *E. papillosus* se encontraba bajo cobertura.

El porcentaje de ejemplares encontrados de *E. papillosus* bajo *Prosopis glandulosa* fue 54.54%, en *Condalia ericoides* con 18.18% y *Castela texana* con 13.63%. En cuanto a *E. enneacanthus*, con un total de 19.14% de ejemplares bajo cobertura de *Prosopis glandulosa*, seguido de 8.51% de los ejemplares bajo cobertura de *Castela texana* (Grafica 1).

GRAFICA 1: PORCENTAJE POR ESPECIE DE USO DE COBERTURA



### Conclusiones

El análisis de los resultados de correlación sugiere que *E. papillosus* prefiere estar bajo cobertura de especies vegetales o nodrizas, mientras que *E. enneacanthus* prefiere estar expuesta directamente al sol, evitando estar bajo la sombra de nodrizas.

También se puede observar que *E. papillosus* a pesar de su preferencia por el uso de nodrizas, no muestra una asociación con alguna especie, si no que se encuentra bajo las especies que dominan en cobertura, en este caso *Prosopis glandulosa*, y no con la especie con mayor densidad como *Castela texana*, lo que indica claramente que el uso de la cobertura se define por el área de cobertura de las especies y no por la especie nodriza misma, lo cual

concuera con los trabajos de Álvarez-Hidalgo *et al* (1999) realizados con *Lophophora difusa* en Querétaro, los de Viana *et al* (1999) con *Trichocereus pasacana*, en Argentina, Turner *et al* (1966), Hutto *et al* (1986), con *Carnegiea gigantea* en Estados Unidos. El uso de nodrizas por esta especie puede deberse a factores microclimáticos como la disminución de la tempera-

tura y el aumento de humedad bajo la sombra de estas.

En cuanto a *E. enneacanthus*, su distribución espacial, difiere con el patrón asociado a nodrizas por otras cactáceas no columnares, siendo similar a los resultados obtenidos por Sánchez-Soto *et al* (1999) con *E. sciurus var. floresii* en Sinaloa, con la diferencia de que *E. enneacanthus* no se asocia con rocas.

**TABLA 1**  
Resultados del análisis de Densidad, Cobertura, Frecuencia e Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo-arbóreo del Matorral Espinoso Tamaulipeco en Anáhuac, N.L.

Especie	RD <sub>i</sub>	Di/m <sup>2</sup>	fi	Rfi	C <sub>i</sub>	RC <sub>i</sub>	IVI
<i>Castela texana</i>	32.50	0.09867	0.9000	31.03	0.2114	3179	<b>0.9533</b>
<i>Condalia ericoides</i>	12.50	0.03795	0.3000	10.34	0.1319	1983	<b>0.4268</b>
<i>Opuntia leptocaulis</i>	20.00	0.06072	0.5000	17.24	0.0279	420	<b>0.4144</b>
<i>Portieria angustifolia</i>	10.00	0.03036	0.3000	10.34	0.0090	1.36	<b>0.2170</b>
<i>Prosopis glandulosa</i>	20.00	0.06072	0.7000	24.14	0.2768	41.63	<b>0.8577</b>
<i>Schaefferia cuneifolia</i>	2.50	0.00759	0.1000	3.45	0.0010	0.15	<b>0.0610</b>
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	2.50	0.00759	0.1000	3.45	0.0069	1.04	<b>0.0698</b>
<b>TOTAL</b>	100.00	0.3036	2.9000	100.00	0.6649	100.00	<b>3.0000</b>

*Acacia rigidula* No fue encontrada dentro de los puntos de muestreo cuantitativo

LITERATURA CITADA

Álvarez-Hidalgo, S.; C. González-Salvatierra; K. Juárez-Arriaga; M. Y. Pazaran-Navarrijo y H. Surzán A. 1999. Análisis Poblacional de *Lophophora diffusa* en la Zona de Higuierillas-Peña Blanca, Querétaro. En Cactáceas y otras Plantas Suculentas. II Congreso Mexicano, I Congreso Latinoamericano y del Caribe. Sociedad Mexicana de Cactología. Oaxaca, Méx. Pág. 74.

Brower, J. E.; J. H. Zar y C. N. von Ende. 1990. Field and laboratory methods for general ecology. 3a Edición. Wm. C. Brown Publishers. E.U.A. 273 pp.

CETENAL. 1976. Carta Topográfica, San José G14A26. Esc. 1: 50 000.

De Viana, M.L.; P. Ortega B.; R. Acosta y M. Saravia. El Efecto Nurse y la Distribución Espacial de *Trichocereus pasacana* en el Noroeste de Argentina. En Cactáceas y otras Plantas Suculentas. II Congreso Mexicano, I Congreso Latinoamericano y del Caribe. Sociedad Mexicana de Cactología. Oaxaca, Méx. Pág. 87.

Despain, D. S. 1967. The Survival of Sahuaro (*Carnegiea gigantea*) Seedlings on Soils of Different Albedo, Cover and Temperature. Tesis de maestría. Universidad de Arizona.

DETENAL. 1978. Carta Geológica, San José G14A26. Esc. 1: 50 000.

DETENAL. 1978. Carta Uso del Suelo, San José G14A26. Esc. 1: 50 000.

DGG. 1983. Carta Edafológica, San José G14A26. Esc. 1: 50 000.

Flores-Martínez, A. y A. Callejas Ch. 1999. Compromisos del Nodricismo: Los Efectos de la Sombra en el Crecimiento de Tres Especies de Suculentas. En Cactáceas y otras Plantas Suculentas. II Congreso Mexicano, I Congreso Latinoamericano y del Caribe. Sociedad Mexicana de

Cactología. Oaxaca, Méx. Pág. 88.

Franco, F. L., G. De la Cruz A., A. Cruz G., A. Rocha R., N. Navarrete S., G. Flores D., E. Kato M., S. Sánchez C., L. G. Abarca A., C. M. Bedia S. 1991. Manual de Ecología. 2a Edición. Ed. Trillas. México. 266 pp.

García, E. 1973. Modificaciones del sistema de clasificación climático de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM.

Hutto, R. L., J. R. McAuliffe y L. Hogan. 1986. Distributional Associates of the Sahuaro (*Carnegiea gigantea*). The Southwestern Naturalist. Vol. 31 Num. 4. Pp.: 469-476.

Ives, K. H. y J. D. Gibbons. 1967. A Correlation Measure for Nominal Data. Amer. Statist. 12(5): 16-17

Reyes-Olivas, A. y E. García-Moya. 1999. Patrones Espaciales de Cactáceas en el Desierto Costero de Topolobampo, Sinaloa. En Cactáceas y otras Plantas Suculentas. II Congreso Mexicano, I Congreso Latinoamericano y del Caribe. Sociedad Mexicana de Cactología. Oaxaca, Méx. Pág. 82.

Sánchez-Soto, B. H.; Ma. J. Nolasco-Sánchez y A. Reyes-Olivas. 1999. Relación de *Echinocereus sciurus var. floresii* (Backeb.) N. P. Taylor (Cactaceae) con Arbustos y Rocas en el Desierto Costero de Topolobampo, Sinaloa. En Cactáceas y otras Plantas Suculentas. II Congreso Mexicano, I Congreso Latinoamericano y del Caribe. Sociedad Mexicana de Cactología. Oaxaca, Méx. Pág. 86.

Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Síntesis Geográfica de Nuevo León.

Turner, R. M.; S. M. Alcorn y G. Olin. 1969. Mortality of Transplanted Sahuaro Seedlings. Ecology. Vol. 50 Num.5 Pp: 835-844.