

**Este artículo puede ser usado únicamente para uso personal o académico.
Cualquier otro uso requiere permiso del autor.**

El siguiente artículo fue publicado en *Boletín Nakari* (2009) 20: 43-48.

ALGUNOS ASPECTOS SOBRE EL NODRIZAJE EN *Astrophytum myriostigma* LEM. (1839) (CACTAE: CACTACEAE), EN LA SIERRA EL SARNOSE, DURANGO, MÉXICO

GISELA MURO PÉREZ¹, ROMERO-MÉNDEZ ULISES¹, JOEL D. FLORES RIVAS² SÁNCHEZ SALAS JAIME¹

¹Escuela Superior de Biología de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Ave. Universidad s/n. Fracc. Filadelfia, Apartado Postal No. 146, Gómez Palacio, Durango, México, g_muro23@hotmail.com. ²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C. Camino a la Presa San José N° 2055, Col. Lomas 4ª Secc., San Luís Potosí, S. L. P. 78216, México.

RESUMEN

La condición de nodrizaje es una estrategia de plantas de zonas áridas, radica en que los propágulos se establecen bajo plantas o rocas (consideradas nodrizas), obteniendo los beneficios de disminución de la temperatura, aumento de la cantidad de nutrientes, protección contra depredadores, daños mecánicos, radiación solar, heladas, etc. Se fijaron tres objetivos: 1) Determinar la densidad de especies que utiliza como nodrizas *Astrophytum myriostigma* Lem. en una población de la sierra El Sarnoso, 2) Inferir cuales nodrizas están asociadas significativamente con *A. myriostigma* y 3) Calcular estadísticamente el vigor de asociación de *A. myriostigma* con las especies vegetales asociadas. El estudio se realizó en la sierra El Sarnoso, municipio de Lerdo, Durango, México, donde se establecieron cuadrantes de 10 x 10 m, se determinó el porcentaje de nodrizaje para las distintas especies que *A. myriostigma* utiliza como nodriza. Posteriormente se calculó el índice de asociación de χ^2 de Kendall, con tablas de contingencia para dos especies (presencia/ausencia). La magnitud de la asociación se determinó con el coeficiente de correlación r Pearson. Como resultados se obtuvo que *Agave lechuguilla* Torr. fue la única especie que tuvo una asociación significativa y muy estrecha junto con las covariables *Opuntia rufida* Lehm. y *Jatropha dioica* Torr. con una correlación altamente significativa, con un nivel de confianza de 95 %. Como conclusiones se tiene que *A. myriostigma* aprovecha la presencia de la mayoría de las especies vegetales como nodrizas en el área, en especial tres especies, sin embargo posee una gran especificidad de asociación con *A. lechuguilla*.

INTRODUCCIÓN

La facilitación es una de las estrategias empleadas por plantas de zonas áridas, radica en que los propágulos se establecen bajo plantas (consideradas nodrizas), obteniendo los beneficios de: reducir las temperaturas elevadas durante el día, mantener las temperaturas del suelo bajas, aumenta las bajas temperaturas de la noche, evita escorrentía del agua superficial, aumenta la cantidad de nutrientes como materia orgánica en el suelo, reduce la desecación, protege contra herbívoros y depredadores mayores (Cázares, 1993; Shreve, 1931).

Se sabe que la mayoría de las cactáceas presentan como estrategias la habilidad de asociarse con plantas e incluso animales. Un ejemplo son las cactáceas de ambientes secos que requieren de la presencia de una nodriza durante las primeras etapas de su desarrollo, ya que modifican de manera sustancial las incidencias del ambiente físico (McAuliffe, 1984). Por lo tanto es indudable que la distribución de las especies es resultado de su interacción con las características físico-químicas del ambiente y con las especies presentes; por lo que es muy común observar con frecuencia que la presencia de una especie puede determinar la presencia o ausencia de las especies que constituyen las comunidades (Valiente-Banuet y Ezcurra, 1991).

La propuesta de esta investigación es determinar la densidad de especies vegetales que utiliza como nodrizas *Astrophytum myriostigma* Lem., en una población de la sierra El Sarnoso. Inferir cuales nodrizas están asociadas significativamente con *A. myriostigma*, así como calcular estadísticamente el vigor de asociación de *A. myriostigma* con otras especies vegetales.

METODOLOGÍA

El área de estudio se localiza en la sierra El Sarnoso, perteneciente al municipio de Lerdo, Durango, México en latitud 25° 35' 58.5" N y longitud 103° 35' 27" W (CETENAL, 1977).

Se determinó el área mínima de muestreo mediante la técnica de puntos anidados (Franco, 1989). Posteriormente se calculó el tamaño de muestra mediante la relación error estándar-grados de libertad relacionándolo con la prueba t -Student con un nivel de significancia de $p < 0.05$ (Brower y Zar, 1998). Una vez establecidos los parámetros del tamaño de área y tamaño de muestra, se delimitaron (con la ayuda de estacas de alambre e hilo) siete cuadros permanentes de 10 x 10 m, de acuerdo a Harris y col. (1987), donde se censó una población de 102 individuos de *A. myriostigma*. Cada cuadro fue numerado, así como una estaca igualmente marcada para su futura identificación en la base de datos. Se registraron las condiciones en que crecen con base en:

1. Si está asociado con cualquiera de las diferentes especies vegetales que cohabitan en el área en forma de nodriza; entendiéndose como asociado que "crece cerca de".
2. Si crece asociado entre rocas y grietas de éstas.

Con los registros obtenidos se determinó el índice de asociación χ^2 de Kendall (Krebs, 1987) para las distintas especies que *A. myriostigma* utiliza como nodriza, incluyendo las piedras. Posteriormente se determinó la magnitud de dicha asociación mediante el coeficiente de correlación r de Pearson (SPSS®V.10.0.07, 2000).

El cual se realizó, según Franco (1989) de la siguiente manera:

A partir de los datos observados se puede calcular el número de individuos en cada clase y si las dos especies están distribuidas independientemente. Basándose en la hipótesis de independencia de las dos especies, los valores esperados se comparan con los de cada clase (a, b, c y d); mediante el paquete estadístico Ecology® V. 1.5 (1986) se calculó el índice de asociación de Kendall:

$$x^2 = \frac{n(ad-bc)^2}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}$$

A partir de una tabla de contingencias para dos especies (presencia/ausencia) (Krebs, 1987):

	Especie B presente	Especie B ausente	
Especie A presente	a	b	a+b
Especie A ausente	c	d	c+d
	a+c	b+d	n

Este estadístico de x^2 se compara con un valor C obtenido de las tablas de x^2 con un 95 y 99 % de nivel de confianza:

- Si x^2 es menor que C, se acepta la hipótesis de la distribución independiente y por lo tanto se deduce que no hay asociación.

- Si x^2 es mayor que C, se rechaza la hipótesis de la distribución independiente y se infiere que existe algún grado de asociación.

Asimismo, se realizaron regresiones lineales múltiples y no lineales, para establecer el tipo de relación entre las variables y ver cuales ejercen algún tipo de covariabilidad.

Para determinar si efectivamente existe el aprovechamiento de nodriza; se empleó el análisis de eficiencia de uso del recurso nodriza, que es otro factor importante que se determinó de acuerdo al programa Sigma-Plot® V.3.0 (1995).

RESULTADOS

Se encontraron once especies vegetales que *A. myriostigma* utiliza como nodriza, además de las piedras; la especie que resultó con más alto porcentaje de haber sido utilizada fue: *Agave lechuguilla* Torr. con un 42 % de nodriza, siguiéndole las piedras con un 14 %, *Jatropha dioica* Torr. con 13 %, *Opuntia rufida* Lehm. 7 %, *Thelocactus bicolor* Britton y Rose 5 % y *O. rastrera* Weber 3.17 %. Las especies que en menor porcentaje son utilizadas como nodriza por *A. myriostigma* son: *Lippia verlandierii* Lem. con un 3.1 %, *Echinocereus longisetus* (Engelm.) Rümpler con 2.3 %, ejemplares de la familia Asteraceae y *Fouquieria splendens* Nash con un porcentaje de 1.5 %, ejemplares de la familia Poaceae y *Euphorbia antisiphilitica* Zuccarini con un porcentaje menor de 1 % (Figura 1). El 100 % de los individuos de *A. myriostigma* se encontró bajo el dosel de alguna nodriza.

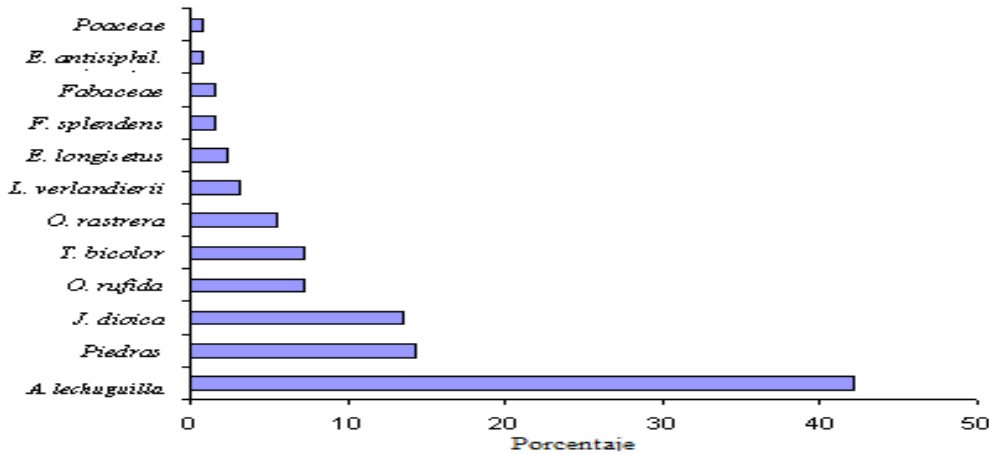


Figura 1. Porcentaje de nodricismo sobre *Astrophytum myriostigma* Lem. Destaca de manera importante *Agave lechuguilla* Torr. y en menor porcentaje *Euphorbia antisiphilitica* Zuccarini. Donde el 100% de los individuos de la especie en estudio están bajo el dosel de una nodriza.

De las pruebas de asociación (x^2 de Kendall) de las especies ya mencionadas resultó lo siguiente: *A. lechuguilla* $x^2 = 111.21$ y $C = 6.635$, *J. dioica* $x^2 = 1.52$ y $C = 3.84$, *T. bicolor* $x^2 = 1.78$ y $C = 3.84$, *L. verlandierii* $x^2 = 1.24$ y $C = 3.84$, *E. longisetus* $x^2 =$

7.77 y $C = 3.84$, *O. rufida* $x^2 = 1.09$ y $C = 3.84$, *O. rastrera* $x^2 = 5.37$ y $C = 3.84$ y las piedras $x^2 = 10.42$ y $C = 3.84$; de este análisis resultó que *A. lechuguilla*, *E. longisetus*, *O. rastrera* y las piedras presentan asociación con *A. myriostigma* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis discriminante del listado de especies nodrizas que utiliza *Astrophytum myriostigma* Lem. con su respectiva prueba de asociación (χ^2). Donde *Agave lechuguilla* Torr. es la única especie asociada con una magnitud muy elevada. Donde A acepta y R rechaza el efecto de nodricismo.

Especie e índice de asociación con <i>Astrophytum myriostigma</i>	χ^2	Valor C de las tablas de χ^2	Nodricismo	Valor de p
<i>Agave lechuguilla</i>	111.2120	6.635	A	p < 0.01
<i>Echinocereus longisetus</i>	7.7770	3.840	A	p < 0.05
<i>Jatropha dioica</i>	1.5290	3.840	R	
<i>Lippia verlandierii</i>	1.2405	3.840	R	
<i>Opuntia rastrera</i>	5.3763	3.840	A	p < 0.05
<i>O. rufida</i>	1.0927	3.840	R	
Piedras	10.4272	3.840	A	p < 0.05
<i>Thelocactus bicolor</i>	1.7873	3.840	R	

De la prueba regresión múltiple se obtuvo el coeficiente de correlación de Pearson (r), magnitud de asociación, la cual fue de 0.618, que indica una relación fuerte y significativa entre la variable dependiente (*A. myriostigma*) e independiente (*A. lechuguilla*) (Cuadro 2), con una significancia de p = 0.011. Prosiguiéndole las piedras con una magnitud de 0.324, la cual indica una relación moderada; *O. rufida* con 0.226 (asociación débil) y *E. longisetus* con 0.181 (asociación débil), con una significancia de p = 0.05; asociaciones de acuerdo a López Betancourt y Gálvez Elorriaga (2002; Cuadro 3).

Existe un aprovechamiento significativo de las especies encontradas en el área de estudio, ya que existe una cantidad considerable de *A. lechuguilla*, *T. bicolor* y *J. dioica*; y las especies de menor número en el área son: *E. longisetus*, ejemplares de la familia Asteraceae, *O. rufida* y *L. verlandierii*, donde la más aprovechada o utilizada como nodriza respecto a la cantidad de individuos por área es *A. lechuguilla*, y también la más utilizada, pero con un número mínimo de individuos, es *O. rufida* (Figura 2).

El factor de incidencia bajo diferentes nodrizas es otra cuestión de suma importancia, ya que se puede determinar de acuerdo al número de *A. myriostigma* bajo las especies nodrizas, y en este caso se tiene una cantidad considerable de la especie en estudio bajo la nodriza *A. lechuguilla* con un porcentaje de 48 % y le prosiguen las piedras con un 15 % y 14 % para *J. dioica*. Por su parte *O. rufida*, *L. verlandierii*, *T. bicolor* y *E. longisetus* con un 8, 6, 4 y 1.2 % respectivamente. (Figura 3).

Prosiguiendo con el modelo se aplicó una regresión múltiple y la correlación r de Pearson para *A. lechuguilla* fue de 0.618, que es una relación fuerte y significativa entre *A. myriostigma* y *A. lechuguilla*, *O. rufida* y *J. dioica* con un 95% de confiabilidad y el

estadístico $R^2 = 0.79$ esto es; el modelo de ajuste explica el 79 % de la variabilidad del factor dependiente (Figura 4) y por el bajo nivel de significancia se acepta que la población en general tiene este tipo de correlación.

Cuadro 2. Comparación de los resultados de las tablas de contingencia para pruebas de asociación entre *Astrophytum myriostigma* Lem. contra *Agave lechuguilla* Torr., *Echinocereus longisetus* (Engelm.) Rümplercon, *Jatropha dioica* Torr., *Lippia verlandierii* Lem., *Opuntia rastrera* Weber, *O. rufida* Lehm., piedras y *Thelocactus bicolor* Britton y Rose y la prueba de correlación, que muestra una muy estrecha asociación entre las dos variables.

Especie nodriza	χ^2	r_s
<i>Agave lechuguilla</i>	111.2120	0.618
<i>Echinocereus longisetus</i>	7.7770	0.000
<i>Jatropha dioica</i>	1.5290	0.000
<i>Lippia verlandierii</i>	1.2450	0.000
<i>Opuntia rastrera</i>	5.3763	0.000
<i>O. rufida</i>	1.0927	0.000
Piedras	10.4272	0.000
<i>Thelocactus bicolor</i>	1.7873	0.000

Cuadro 3. Datos de asociaciones propuestas por López Betancourt y Gálvez Elorriaga (2002).

Valor \pm	Asociación
0.0 a 0.1	No existe
0.1 a 0.3	Débil
0.3 a 0.5	Moderada
0.5 a 0.7	Fuerte
0.7 a 1.0	Muy fuerte

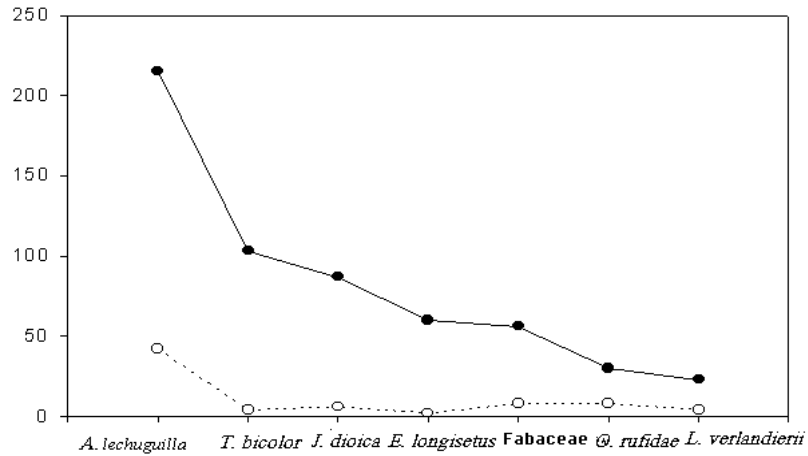


Figura 2. Análisis complementario para validar el índice de asociación, donde se observa la eficiencia de uso del recurso nodriza, los puntos negros con rayas continuas son la cantidad de especies nodrizas no utilizadas, por otro lado, los puntos blancos con rayas discontinuas son las especies nodrizas utilizadas. Por lo tanto, se comprueba que la especie nodriza mayormente utilizada es *Agave lechuguilla* Torr.

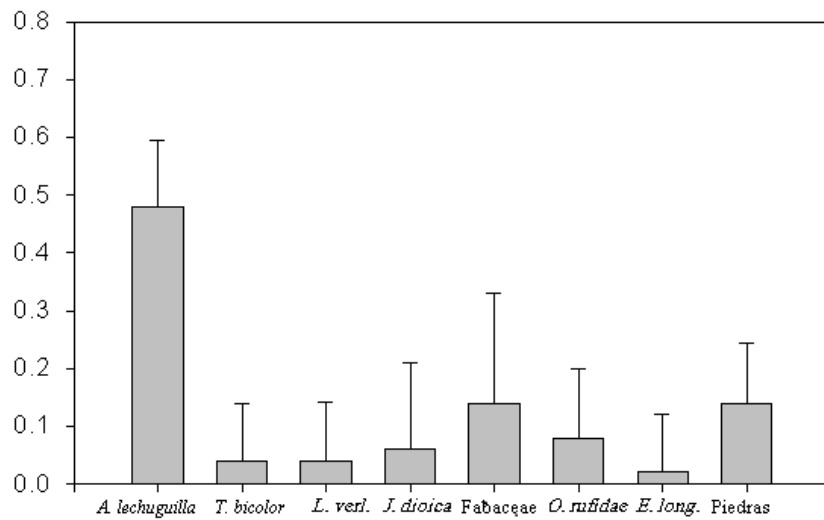


Figura 3. Frecuencia relativa de ocurrencia de *Astrophytum myriostigma* Lem. bajo diferentes especies nodrizas, incluyendo las piedras, lo que se ve claramente el alto porcentaje de *Agave lechuguilla* Torr. en el área de estudio, lo cual puede ser un factor para la incidencia de *A. myriostigma* bajo esta especie.

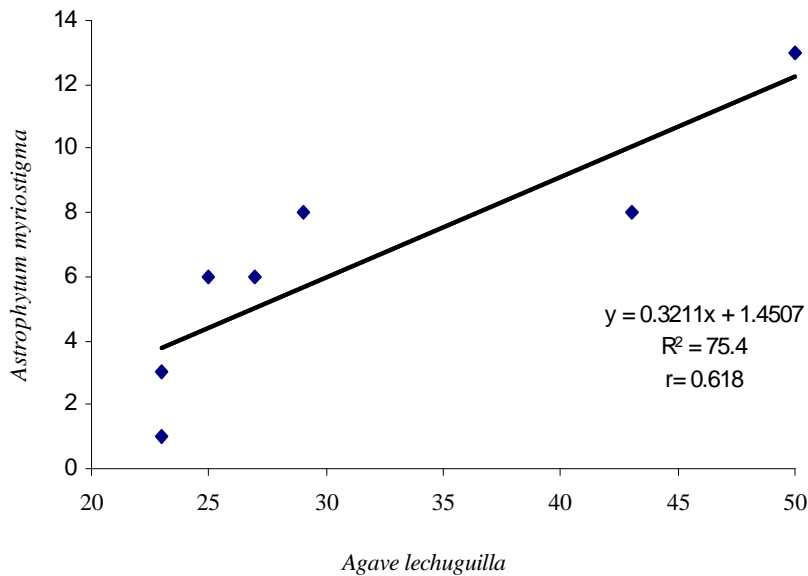


Figura 4. El valor de significancia para la pendiente resultó $p < 0.05$, indica que hay una relación estadísticamente fuerte y significativa entre la variable dependiente (*Astrophytum myriostigma* Lem.) y la independiente (*Agave lechuguilla* Torr.). El estadístico R^2 explica que el modelo de ajuste es 75.4 % de la variable dependiente. El coeficiente de correlación 0.618 indica una relación significativa entre las variables ($p = 0.011$).

DISCUSIONES

Existe evidencia científica que diversos factores limitan el establecimiento de cactáceas en las zonas áridas, en este caso se contempla la alta radiación solar, la cual tiene importantes consecuencias en la pérdida de agua. Por lo que las plantas que se encuentran en lugares donde la radiación es alta, prefieren establecerse bajo la protección de plantas nodrizas, las cuales les proporcionan un microclima más óptimo que el de fuera (Briones, 1992). Esto concuerda con los resultados obtenidos, ya que se encontró el 100 % de los individuos de la población estudiada bajo doce especies nodrizas (Figura 2 y Cuadro 1).

La especie nodriza mayormente utilizada fue *Agave lechuguilla*, y fue la única que presentó una asociación fuerte y significativa ($\chi^2 = 111.212$ y $C = 6.635$, con un 95% de confiabilidad) (Cuadro 2). Esto, debido a sitios de alta humedad, protección contra herbívoros y daños mecánicos (Franco y Nobel, 1989) y los factores tales como longevidad de la especie nodriza.

La nodriza *A. lechuguilla* fue la que presentó un mayor número de individuos de *A. myriostigma* bajo su cobertura y esto es debido al tamaño, a la expansión y a la abundancia de *A. lechuguilla*, y a otros factores no evaluados en este estudio (Figura 3). Por otro lado, también utiliza otras especies vegetales como nodrizas,

entre ellas: *O. rufida*, *J. dioica*, *E. longisetus*, *T. bicolor*, *L. verlandierii*, ejemplares de la familia Asteraceae y las piedras (Figura 3), que es uno de los principales factores para el establecimiento de plántulas de dicha cactácea. Estas características proponen a la especie en estudio como monoespecífica, en lo que se refiere al factor de nodricismo, pero con tendencia al oportunismo.

CONCLUSIONES

Son once especies vegetales (y las piedras) que *A. myriostigma* utiliza como nodriza en el área de estudio. De las once especies y las piedras, ya mencionadas, sólo *A. lechuguilla*, *O. rufida* y *J. dioica* presentaron una asociación fuerte y significativa (valor de $p = 0.01$ y una correlación de 0.618 y $R^2 0.79$). Se aceptan que algunas de las especies vegetales están asociadas significativamente con *A. myriostigma*, con una relación muy ajustada a la lineal, aunque en realidad la relación entre estas especies sea curvilínea (Figura 5) y están correlacionadas positivamente entre sí. La especie en estudio se establece como una especie monoespecífica pero con tendencia al oportunismo, y muestra el 100 % de afinidad por establecerse bajo el dosel de nodrizas.

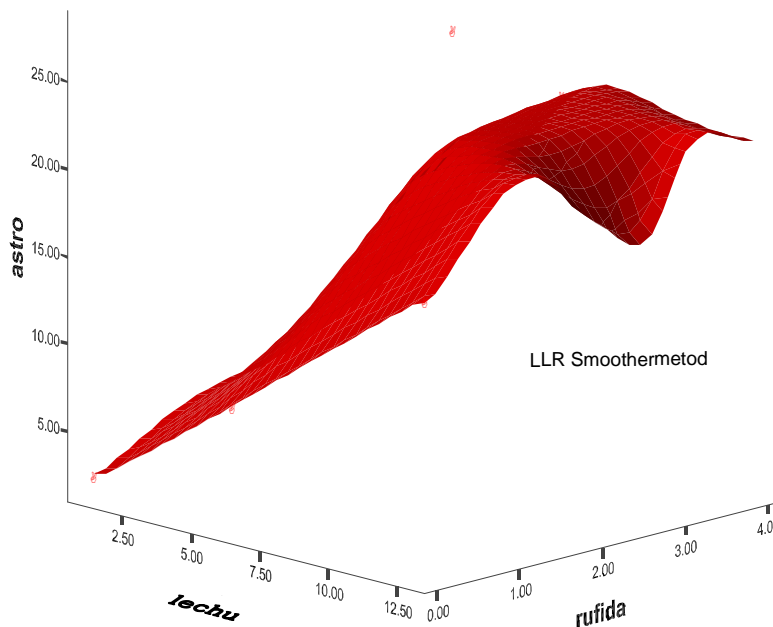


Figura 5. Regresión curvilínea suavizada de *Astrophytum myriostigma* Lem. (astro) y *Agave lechuguilla* Torr. (lechu) y la covariable *Opuntia rufida* Lehm. (rufida).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de la Dra. Ma. Luisa Martínez por su apoyo en el análisis de los datos.

LITERATURA CITADA

- Briones, O. 1992. Competencia en plantas desérticas; inferencia del patrón de distribución y evidencias experimentales de los efectos de la competencia entres formas de vida del Desierto Chihuahuense. Tesis de Doctorado. Centro de Ecología. UNAM. México, D.F. pp. 9-11.
- McAuliffe J. 1984. Prey refugia on the distributions of two sonoran desert cacti. *Oecología*. 65: 82-85.
- Brower, J. E. y J. H. Zar. 1998. Field and laboratory methods for general ecology. United States of America. Pp. 7-12.
- Cázares, M. J. 1993. Estrategias de plantas y procesos de vegetación. John-Wiley and Sons, Edit. Chichester, E. U. A. 49: 111-113.
- CETENAL, INEGI 1977. Carta Topográfica Vicente Suárez G13D24, 1:50 000, Gómez Palacio, Durango.
- Ecology® V. 1.5, 1986. J. Eckblad Published by: Oakleaf Syatema, P.O. Box 472. Decorah, Iowa 52101.
- Franco, A. C. y P. S. Nobel. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *Journal of Ecology*. 77: 870-886.
- Franco, L. J. 1989. Manual de Ecología. 2ª edición, Editorial Trillas, México, D. F. pp. 114-121.
- Harris, R. B., M. L. Shaffer y L. B. Maguire. 1987. Sample sizes for minimum viable poblation estimation. *Conservation Biology*. 1: 72-79.
- Krebs, C. J. 1987. Ecological methodology. 1ª edición. Editorial Harper Collins Publishers. México. D. F. pp.25-37.
- López Betancourt, A. e I. R. Gálvez Elorriaga. 2002. Curso avanzado de SPSS. Seguimiento de egresados. U. J. E. D. pp. 22-27.
- Shreve, T. 1931. Physical condition in son and shade. *Ecology*. 12: 96-104.
- Sigma-Plot® V.3.0. 1995. Jandel Scientific Software.
- SPSS® V.10.0.07. 2000. SPSS para Windows. Copyright© SPSS Inc., 1989-1999. E. U. A. Licencia: 657180 Ulises-U. J. E. D.
- Valiente-Banuet, A. y E. Ezcurra. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa lusiana* in the Tehuacán Valley, México. *Journal of Ecology* 79: 961-971.