

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

SUBDIRECCION DE POSTGRADO



Estudio poblacional del "falso peyote" *Astrophytum asterias*  
(Zucc.) Lem. (Cactaceae) en una fracción del matorral espinoso  
tamaulipeco en Villagrán, Tamaulipas.

TESIS DE MAESTRIA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES  
PRESENTA:

BIOL. LUIS ROCHA DOMINGUEZ

Linares, Nuevo León, Mex.

Julio de 1995

TM

Z5991

FCF

1995

R6.

TM

Z5991

FCF

1995

R6.

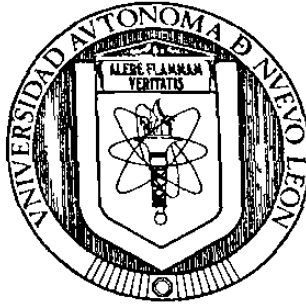


1020114077

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

SUBDIRECCION DE POSTGRADO



Estudio poblacional del "falso peyote" *Astrophytum asterias*  
(Zucc.) Lem. (Cactaceae) en una fracción del matorral espinoso  
tamaulipeco en Villagrán, Tamaulipas.

T E S I S D E M A E S T R I A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES  
P R E S E N T A :

BIOL. LUIS ROCHA DOMINGUEZ

Linares, Nuevo León, Mex.

Julio de 1995

TM  
Z5991  
FCF  
1995  
R6

013-367 5

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**Estudio poblacional del "falso peyote" *Astrophytum asterias*  
(Zucc.) Lem. (Cactaceae) en una fracción del matorral  
espinoso tamaulipeco en Villagrán, Tamaulipas.**

**T E S I S D E M A E S T R I A**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES  
P R E S E N T A :**

**BIOL. LUIS ROCHA DOMINGUEZ**


**COMISION DE TESIS**



**Dr. César M. Cantú Ayala  
Presidente**



**Dr. Horacio Villalón Mendoza  
Secretario**



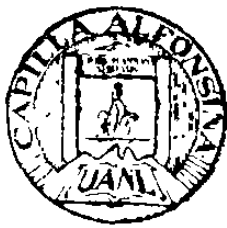
**Dr. José de J. Nívar Cháidez  
Vocal**



**Biól. MC. Glafiro J. Alanís Flores  
Asesor externo**

**Linares, Nuevo León, Mex.**

**Julio de 1995**



FONDO TESIS

## **AGRADECIMIENTOS**

La realización de este trabajo fue posible gracias al apoyo brindado por la Facultad de Ciencias Forestales de la U.A.N.L. y por las siguientes personas:

A la Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. que, por conducto del Biól. M.C. Glafiro J. Alanís Flores, así como del actual Director Dr. César M. Cantú Ayala me brindó las facilidades para mi superación académica y profesional.

A mis asesores: Dr. César Cantú Ayala, Dr. Horacio Villalón Mendoza y al Dr. José de Jesús Navar Cháidez por su conducción durante el desarrollo de esta tesis.

Mí agradecimiento a los integrantes del comité evaluador de examen de tesis Biól. Glafiro J. Alanís Flores (Vocal externo) y Dr. Alfonso Martínez Muñoz (Vocal interno).

Al Coordinador del Postgrado de la Facultad de Ciencias Forestales Dr. Oscar Aguirre Calderón por su amistad y por su apoyo brindado como maestro.

A César que me apoyó constantemente a través de sus conocimientos y por ser más que un asesor un amigo.

A Návar por su ayuda incansable en todo momento y por ser más que un asesor un amigo, a él gracias. Asimismo mi agradecimiento por la traducción del resumen.



A Horacio por su ayuda desinteresada, por sus consejos para la mejor realización de la tesis y por su amistad.

A todos mis maestros por haber contribuído, a través de su cátedra, al engrandecimiento de mis conocimientos profesionales.

Al Dr. Eduardo J. Treviño Garza y al Dr. Javier Jiménez Pérez por facilitarme equipo para el desarrollo del estudio.

Al Contador Jorge Cantú Balderrama muy en especial le agradezco las facilidades brindadas para la realización de la tesis en su propiedad “Rancho santa Fé”, Villagrán, Tamaulipas.

Al Dr. Fernando González Saldívar por su ayuda en la localización de la distribución de *Astrophytum asterias*.

A los trabajadores que laboran en el “Rancho Santa Fé” por brindarme su amistad.

A mis compañeros y amigos de generación: Biól. Mario Alberto García Aranda, Ing. José Francisco Martínez Placencia, Biól. Gloria Iñiguez Herrera, Biól. Laura García Alanís, Biól. Elda Patricia Vázquez Farías y al Ing. Gregorio Reyes Reina por haberme brindado su amistad y por haber compartido los buenos momentos fuera y durante el período de la maestría, así como por ser parte de mi formación como Maestro en Ciencias Forestales.

Al Biól. Mario Alberto García Aranda y a la Biól. Gloria Iñiguez Herrera muy en particular por su apoyo en la computadora y por su

valiosa amistad.

Al Ing. Oscar Ramírez Rivas por su apoyo en la revisión de la ortografía del escrito.

A la T.L.Q. Juana María Castillo Moreno, a la T.L.Q. María Amelia Cuellar Carrillo, al T.F. Juan Manuel Soto Ramos y a los estudiantes Guadalupe López Treviño y José María Escobar Mariscal por su colaboración en la toma de datos de campo.

A mi esposa la Maestra Nelva Guadalupe Treviño González por su apoyo en la revisión de la ortografía del escrito.

A la T.L.Q. Juana María Castillo Moreno en forma particular por su amistad y apoyo mecanográfico.

A los señores *Don Baldemar Tirado, Don Lázaro Ramírez Rodríguez* y *Don Manuel Hernández Charles* por su participación en el trabajo de campo.

A toda la comunidad estudiantil y administrativa de la Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.

Evidentemente este estudio no hubiera sido posible sin el apoyo constante de mi esposa e hijos y de la bendición de mi madre y padre.

Sin huella de duda, esta tesis se realizó con la colaboración de otras tantas personalidades; sin embargo, quiero agradecer a todas aquellas personas que compartieron conmigo un momento de su tiempo.

## **DEDICATORIA**

**POR SU GRAN APOYO Y FE EN MI FORMACION PROFESIONAL  
DEDICO ESTA TESIS CON TODO MI CARIÑO Y AMOR A MI  
QUERIDA ESPOSA NELVA GUADALUPE TREVIÑO GONZALEZ E  
HIJOS: LUIS ROCHA TREVIÑO Y ALEJANDRO ROCHA TREVIÑO,  
QUIENES SON MI PRINCIPAL MOTIVO DE SUPERACION**

**A MIS PADRES MARIA DE LA CRUZ DOMINGUEZ MARTINEZ Y**

**ANTONIO ROCHA HERNANDEZ**

**A QUIENES LES DEBO MI ESTANCIA EN EL PLANETA TIERRA**

**CON TODO CARIÑO Y AMOR PARA ELLOS.**

**A MIS HERMANOS:**

**ANTONIO, GABRIEL Y NYDIA PATRICIA**

**A MIS ABUELOS:**

**FRANCISCO Y ANDREA**

## INDICE

	Pag.
Resumen	1
Summary	4
1. Introducción	7
2. Objetivo	10
3. Justificación	11
4. Antecedentes	12
4.1. Distribución Geográfica	12
4.2. Fenología Reproductiva	14
4.3. Nodricismo	15
4.4. Estatus Poblacional de <i>Astrophytum asterias</i>	18
5. Descripción del Area de Estudio	19
5.1. Localización	19
5.2. Clima	19
5.3. Geomorfología	22
5.4. Vegetación	22
5.5. Actividades Antrópicas en el Area de Estudio	24
6. Metodología	25
6.1. Inventario Botánico	25
6.2. Estimación de Cobertura	28
6.3. Nodricismo	29
6.3.1. Efecto de la Cobertura Vegetal	29
6.3.2. Distancia entre <i>A. asterias</i> y las Especies Vegetales Vecinas	32
6.4. Análisis de las Distribuciones Diamétricas de <i>A. asterias</i> y las Especies Vegetales	32

6.5. Fenología Reproductiva	33
6.6. Polinización, Germinación y Dispersión	33
7. Resultados	35
7.1. Inventario Botánico	35
7.2. Estructura del Matorral	37
7.3. Análisis del Nodricismo	44
7.3.1. Efecto de la Cobertura Vegetal sobre la Distribución de <i>A. asterias</i>	44
7.3.2. Distribución de <i>A. asterias</i> con Relación a las Especies Vegetales Asociadas	45
7.3.3. Distribución de <i>A. asterias</i> con Relación a las Distancias de las especies Arbustivo-Arboréas asociadas	48
7.3.4. Relación de <i>A. asterias</i> con las Especies Vecinas Asociadas Respecto a las Categorías Diamétricas	49
7.4. Fenología Reproductiva de <i>A. asterias</i>	60
7.6. Polinización, Germinación y Dispersión	61
8. Discusión	64
9. Conclusiones	72
10. Recomendaciones	77
11. Bibliografía	80
12. Anexo	87
12.1. Anexo 1	88
12.2. Anexo 2	89
12.3. Anexo 3	90
12.4. Anexo 4	91

## INDICE DE FIGURAS

Fig.		pag.
1.	Diagrama ombrotérmico elaborado a partir de los datos de temperatura de 1963 a 1993 (fuente Dep. de Sen. Rem., (U. A. T.) precipitación (tomados en el Rancho "Santa Fe".	21
2.	Relación porcentual de abundancia de las especies vegetales registradas en la zona de estudio.	37
3.	Relación porcentual de dominancia de las especies vegetales registradas en la zona de estudio.	39
4.	Relación porcentual del valor de inferencia botánica de las especies vegetales registradas en la zona de estudio.	40
5.	Relación porcentual de la frecuencia de las especies vegetales registradas en la zona de estudio.	41
6.	Relación del porcentaje de cobertura de área con vegetación (c. v.) y área sin vegetación (s. v.) en el área de estudio.	43
7.	Relación del porcentaje de cobertura para suelo desnudo y suelo con materia orgánica en el área de estudio.	43
8.	Relación entre el número promedio de individuos de <i>A. asterias</i> respecto a su orientación con las plantas asociadas en el área de estudio. Prueba de Scheff'e con 0.95 de confiabilidad.	46
9.	Relación entre el número promedio de individuos de <i>A. asterias</i> con respecto a las especies asociadas bajo las que se desarrollan. Prueba de medias de Scheff'e con 0.95 de confiabilidad	47
10.	Distribución de frecuencias de los diámetros del total de individuos de las especies vegetales asociadas a <i>A. asterias</i> .	50
11.	Distribución de frecuencias de diámetros de la parte distal del tallo de <i>A. asterias</i> (79).	51

12. Distribución de frecuencias de diámetros a los 10 cm del suelo para <i>Celtis pallida</i> .	52
13. Distribución de frecuencias de diámetros a los 10 cm del suelo para <i>Phaulothamnus spinescens</i> .	53
14. Distribución de frecuencias de diámetros a los 10 cm del suelo para <i>Schaefferia cuneifolia</i> .	54
15. Distribución de frecuencias de diámetros a los 10 cm del suelo para <i>Opuntia leptocaulis</i> .	55
16. Distribución de frecuencias de diámetros a los 10 cm del suelo para <i>Prosopis laevigata</i> .	56
17. Distribución de frecuencias de diámetros a los 10 cm del suelo para <i>Ziziphus obtusifolia</i> .	57
18. Distribución de frecuencias de diámetros a los 10 cm del suelo para <i>Acacia</i> sp. ( <i>A. farnesiana</i> , <i>A. rigidula</i> y <i>A. schaffneri</i> ).	58
19. Diámetros promedio e intervalos de confianza (a un $\alpha$ de 0.05) observados en <i>A. asterias</i> bajo las especies arbustivas descritas.	59
20. Fenología reproductiva de <i>Astrophytum asterias</i> (Zucc.) Lem. en la zona de estudio, durante el período febrero-noviembre de 1994.	60
21. Prueba de germinación de semillas maduras no escarificadas de <i>A. asterias</i> bajo condiciones de laboratorio (temp. de 27 a 31°C).	62



## INDICE DE TABLAS

Tablas	pag.
1. Relación de familias y especies registradas en el área de estudio con su ubicación en el estrato, su forma de crecimiento y su asignación de código de identificación.	36
2. Valores obtenidos para los parámetros ecológicos en el análisis de la estructura de la fitocenosis del área de estudio.	38
3. Relación porcentual del parámetro cobertura para los tres estratos verticales de la fitocenosis del área de estudio.	42
4. Valores obtenidos sobre la distribución de <i>A. asterias</i> bajo cubierta vegetal y en espacio abierto.	44
5. Valores de la prueba de "T" estimada y tabulada para determinar la distribución de <i>A. asterias</i> bajo la cubierta vegetal.	44
6. Análisis de varianza del número de <i>A. asterias</i> en relación al número de especies asociadas y su orientación con respecto a los mismos.	46
7. Análisis de varianza para la relación de distancias a la base del tallo de las especies vegetales asociadas a <i>A. asterias</i> .	48
8. Análisis de varianza para la relación de las distancias a la copa de los vecinos más cercanos alrededor de <i>A. asterias</i> .	49

## RESUMEN

El propósito del estudio fue determinar si existe nodricismo para *Astrophytum asterias*. La investigación se realizó en una comunidad del matorral espinoso tamaulipeco del tipo alto espinoso en Villagrán, Tamaulipas.

En esta comunidad vegetal se realizaron tres transectos de muestreo para determinar la lista florística y estimar la abundancia, dominancia, valor de inferencia botánica y frecuencia para las 15 especies vegetales asociadas a *A. asterias*, de un total de 27 registradas.

Estos parámetros indican que *Opuntia leptocaulis* fue la especie más abundante con 46.9%. La especie de mayor dominancia fue *Prosopis laevigata* con 24.1%, así como la de mayor frecuencia con un 66.7%. El valor de inferencia botánica en orden de importancia fue para *Opuntia leptocaulis* con 32.5%, *Prosopis laevigata* con 24.2% y *Acacia rigidula* con 20.7%.

A partir de los transectos anteriores, se realizó el método a paso modificado, para determinar la cobertura espacial por estratos del matorral estudiado. Resultando con una cobertura vegetal de un 80% y particularmente el estrato medio con un valor de 57.5%. También se determinó un 30% de cobertura de materia orgánica y un 70% para suelo sin materia orgánica.

Se relacionó el número promedio de individuos por las ocho orientaciones y el número promedio de individuos entre las especies nodrizas. Obteniéndose un análisis de varianza para cada relación, encontrándose que *A. asterias* no tiende

hacia una especie particular ni a una orientación específica con respecto a una nodriza.

Se realizó también un análisis de varianza para la distancia de *A. asterias* respecto a la planta vecina más cercana (árbol o arbusto), para las especies vegetales asociadas en general y para las orientaciones de los vecinos más cercanos con respecto a *A. asterias*. Los resultados mostraron que no presentó para ninguno de los tres análisis significancia estadística.

Se desarrolló un análisis de la distribución de frecuencias de los diámetros en función de clases diamétricas para visualizar la tendencia de la edad o el grado de madurez del grupo de especies asociadas a *A. asterias* y en forma independiente para las mismas, así como para la población de *A. asterias*. Indicando el análisis de la distribución de frecuencias de diámetros que la mayoría de las especies asociadas presentan problemas en su estructura poblacional, dominadas por individuos de sólo algunas categorías diamétricas.

*A. asterias*, por el contrario, mostró una distribución de diámetros más normalizada. Sin embargo, no se observaron individuos menores a 0.8 cm de diámetro.

Se realizaron observaciones sobre el análisis de los diámetros promedio de *A. asterias* para cada una de las especies consideradas como nodrizas; indicando que los individuos de *A. asterias* con los diámetros mayores se encontraron preferentemente en *Acacia schaffneri* mientras que los individuos más jóvenes en *Celtis pallida* y *Castela texana* principalmente.

Los datos fenológicos y de germinación se graficaron en forma independiente. En la primera, se analizaron las fechas de aparición de las fenofases y en la segunda, se analizó el porcentaje diario de germinación, siendo a los 4 y 13 días cuando se observó el inicio y máximo porcentaje de la germinación respectivamente. Se recomienda realizar un análisis de semillas más completo para conocer más detalladamente el proceso de germinación de *A. asterias*.

Se infiere que el insecto *Acmaeodera* sp. es un posible polinizador y que el viento, insectos, aves frugívoras, así como *Gopherus berlandieri* sean los posibles dispersores de *A. asterias*.

## SUMMARY

The objective of this research was to determine whether nodricism relationships exist between *Astrophytum asterias* and associated shrub plants. The study was conducted in a plant community, named "Tamaulipan thorn scrub", near Villagran, Tamaulipas, Mexico.

In order to estimate the floristic composition, abundance, dominance, botanic inference value and frequency of 15 shrub species associated to *A. asterias* three transects were sampled inside the plant community.

The sampling scheme indicated that *Opuntia leptocaulis* was the most abundant shrub species (46.9%). *Prosopis laevigata* was the most dominant (24.1%) as well as the most frequent shrub species (66.7%). *O. leptocaulis*, *P. laevigata* and *Acacia rigidula* showed the highest botanic inference value with 32.5%, 24.2 and 20.7%, respectively.

Plant cover by strata was estimated using the three transects mentioned above where the modified step method of subsampling was implemented. This new sampling method estimated 80% and 57.5% of total and medium strata plant cover, respectively. Organic matter cover was 30% and 70% of the samples showed the mineral soil.

The number of *A. asterias* observed below the shrub plants was related to the orientation and the shrub species by analysis of variance. The statistic showed the *A. asterias* does not consistently establish below any specific shrub species nor following any specific orientation.

The distance between *A. asterias* and the closest shrub plant species, by species and orientation, was also statistically analyzed by analysis of variance. These results showed that the distance between *A. asterias* and the closest shrub plant species was not consistent for the species neither for the orientations.

Because the age of shrub plants in the Tamaulipan thorn shrub is difficult to assess, diameter histograms by shrub plant species including *A. asterias*, were developed. Observations of these graphs indicated that most shrub plant species associated to *A. asterias* have irregular diameter structure. That is, most diameter distributions are discontinuous.

*A. asterias* on the other side, showed a continuous diameter distribution close to the Gauss density function. However, *A. asterias* individuals of less than 0.8 cm in diameter were absent indicating that plant survival is currently being endangered.

Individuals of *A. asterias* with the greatest diameter average were associated to individuals of the species *A. schaffneri*. Individuals of *A. asterias* with the smallest diameter average were observed close to the species *Celtis pallida* and *Castela texana*.

Phenology and germination observations of *A. asterias* were graphed independently. Seed germination starting and peak dates were observed at 4 and 13 days, respectively. However, it is recommended to screen seeds of *A. asterias* before germination trials are conducted to observe more precisely the germination parameters discussed.

The insect *Acmaeodera* spp. is a likely polinizator and wind, insects, frugivorous birds and *Gopherus berlandieri* were observed the major mechanisms of seed dispersal.

## 1. INTRODUCCION

Las cactáceas son autóctonas del continente americano en donde se encuentran distribuidas principalmente en las zonas áridas y semiáridas. México, por sus variadas condiciones de latitud, topografía y clima, es el país que alberga, probablemente, la mayor cantidad de especies (Bravo, 1978).

Los matorrales xerófilos quedan comprendidos en las regiones áridas y semiáridas del país, presentando elementos vegetales muy importantes y numerosos como son los que integran la familia Cactaceae apenas superados en cantidad por las familias Fabaceae, Asteraceae y Poaceae (Bravo, 1978).

A nivel mundial, México es el más importante centro de concentración de cactáceas, con un alto índice de endemismos a nivel genérico (73%) y específico (78%). La mayor parte de las especies habitan en las regiones áridas y semiáridas del país, particularmente en la porción sureste del desierto chihuahuense, incluyendo la zona árida Querétaro-Hidalguense. Muchas de éstas especies están sujetas a presiones antropogénicas a través de la colecta y destrucción de su hábitat. Además, por lo general tienen una capacidad limitada para reestablecerse demográficamente después de un evento de perturbación. En consecuencia un número significativo de cactáceas mexicanas se ha incluido en listados de plantas amenazadas (Hernández & Godínez, 1994).

El matorral espinoso tamaulipeco representa para sus pobladores una cultura pastoril-agrosilvícola que ha sido legada de generación en generación. En los últimos años dichas actividades han conducido al matorral a un deterioro genético y ecológico; ya que su aprovechamiento es realizado sin aplicar metodologías adecuadas



provocando un sobrepastoreo de estos ecosistemas, un aprovechamiento forestal inadecuado y la transformación de ecosistemas silvestres en áreas de cultivo. Lo anterior, conduce a la pérdida de especies valiosas y en suma la transformación de las áreas perturbadas a zonas con vegetación secundaria.

Para evitar lo antes expuesto, deben de llevarse a cabo estudios que conduzcan a un mejor entendimiento de la composición florística, estructura y función ecológica del matorral xerófilo, para poder establecer estrategias de manejo apegadas al principio del desarrollo sostenible.

En especial merecen atención los taxa amenazados cuya sobrevivencia está comprometida por las actividades humanas. Las zonas áridas del Estado de Tamaulipas presentan una gran diversidad de cactáceas, algunas de ellas endémicas de esta región y catalogadas como raras, amenazadas o en peligro de extinción, entre las que destacan las especies *Ariocarpus trigonus* (F.A.C. Weber) K. Schumann. y *Pelecyphora pseudopectinata* (Backeberg.) F. E. Anderson (Martínez, 1991) y varias especies del género *Astrophytum*, como son *A. asterias* (Zucc.) Lem. y *A. myriostigma*. En la actualidad no existen estudios encaminados hacia la preservación de las mismas, por lo que es de gran importancia conocer sus estudios poblacionales y relaciones ecológicas. En base a lo anterior, en las zonas áridas se considera entre las relaciones bióticas más importantes al nodricismo (Martínez, 1991).

Es importante mencionar que desde el punto de vista ecológico, una nodriza es aquella especie vegetal que proporciona bajo su dosel las condiciones propicias para el establecimiento y desarrollo de otra especie vegetal; en este caso: *Astrophytum asterias*. Por lo que en lo sucesivo se utilizará el término nodriza para referirse a las especies vegetales bajo cuyo dosel se desarrollan los individuos de *A. asterias*.

Los estudios que se han realizado sobre la asociación interespecífica en algunas cactáceas se han concentrado en el efecto positivo de la planta nodriza sobre las cactáceas establecidas bajo el dosel. Esto, debido quizás, a la mejoría del ambiente físico que prodigan; a través de la disminución de la temperatura del suelo, reducción de la desecación o a la reducción del riesgo de depredación bajo la planta nodriza, entre otros (Flores, 1994; Valiente-Banuet, 1991).

La especie *Astrophytum asterias* tanto por ser un elemento florístico con valor farmacológico, ornamental, ecológico, científico, cultural, así como por ser considerada una especie en peligro de extinción (IUCN, 1983, 1985; Malda, 1990; SEDUE, 1991); merece la atención de los científicos y de los manejadores de los recursos naturales, ya que en la actualidad no existen estudios ecológicos específicos que nos den la pauta para su protección y conservación.

## 2. OBJETIVOS

El presente estudio tuvo como finalidad contribuir al conocimiento de la dinámica poblacional de *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem., a través de los siguientes objetivos:

1.- Determinar si existe una relación ecológica mutualística de nodricismo entre *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem. con alguna de las especies vegetales bajo las que se desarrolla.

2.- Estudiar la fenología reproductiva de *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem.

.

### 3. JUSTIFICACION

El interés por el estudio de la especie *Astrophytum asterias* se justifica por el hecho de ser una especie en peligro de extinción y por estar sometida en su área de distribución a diferentes presiones de tipo antropogénico.

Asimismo, por la necesidad de determinar si esta cactácea se desarrolla bajo una relación mutualística denominada nodricismo.

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1. Distribución Geográfica

Los caracteres sociológicos de un individuo o concretamente de una comunidad ecológica, pueden ser convenientemente agrupados en dos categorías: cualitativa y cuantitativa (Braun-Blanquet, 1945). Desde el punto de interés del presente estudio se avocó a la categoría cuantitativa, ya que los resultados muestran número de individuos, tamaños, espacios, etc. Lo anterior contribuye al análisis de la estructura de comunidades.

México exhibe una gran diversidad de sistemas ecológicos como resultado de las diferentes condiciones climáticas, edáficas, orográficas y geológicas de su territorio.

Miranda y Hernández X. (1963) mencionan que existen en nuestro territorio 34 tipos de vegetación, donde las cactáceas están representadas y a cuyas condiciones ecológicas se fueron adaptando en el transcurso del tiempo, desarrollando formas y estrategias fisiológicas diversas; siendo en los tipos de vegetación de zonas áridas y semiáridas donde están distribuidos el mayor número de géneros y especies de este importante grupo taxonómico (Bravo, 1978; Rzedowski, 1987).

En el noreste de México predomina la vegetación de matorral espinoso tamaulipeco (González, 1966, cit. por Villalón 1991). Esta denominación queda comprendida dentro del matorral xerófilo y presenta una gran variación en su composición botánica, diversidad y altura, debido a la presencia de diferentes tipos de suelo, topografía y precipitación (Villalón, 1991).

El matorral espinoso tamaulipeco en la Planicie Costera del Golfo cubre aproximadamente unos 200,000 km<sup>2</sup>, constituyendo la vegetación natural de los estados de Nuevo León y Tamaulipas. Cubriendo aproximadamente el 80% de la superficie de tales estados.

Martínez (1991) en su estudio sobre monitoreo demográfico de dos especies de cactáceas en peligro de extinción en Tamaulipas, trató de estimar el estado real de conservación de algunas poblaciones de *Pelecyphora pseudopectinata* (Backeberg) E. F. Anderson y *Ariocarpus trigonus* (F. A. C. Weber) K. Schumann, además de su distribución geográfica en los municipios de Miquihuana y Jaumave, así como la posible asociación con plantas nodrizas.

Villalón *et al.* (1991) efectuaron una comparación de dos longitudes de líneas de muestreo en el matorral espinoso tamaulipeco mediante el método de puntos modificado para estimar cobertura de la vegetación; concluyendo que no encontraron diferencias estadísticamente significativas para los 16 parámetros de cobertura, estimados con transectos de 30 m y 15 m de longitud, por lo que recomiendan utilizar líneas de 15 m con 30 puntos de observación (cada 0.5 m) para la estimación de parámetros de cobertura por resultar ventajoso al reducir grandemente el tiempo de muestreo (Villalón, 1989).

Martínez *et al.* (1994) realizaron un estudio sobre aspectos ecológicos y demográficos de la cactácea *Neolloydia pseudopectinata*, el cual les permitió conocer la distribución geográfica, densidad poblacional y los principales factores ecológicos asociados a la especie en la zona de estudio, localizada en el municipio de Miquihuana, Tamaulipas.

La especie *Astrophytum asterias* se distribuye en el estado de Tamaulipas y en la región vecina de Nuevo León, extendiéndose hasta la parte sur de Texas; habiéndose señalado para Ciudad Guerrero, Tamaulipas, y de Barretillas, Nuevo León. Además, en la Mesa de Llera, cerca del Río Guayalejo. El aspecto casi geométrico de la planta recuerda determinadas esculturas prehispánicas de México (Bravo-Hollis *et al.*, 1991).

#### 4.2. Fenología Reproductiva

Vargas (1981) realizó un estudio sobre *Echinocereus stramineus* (Engel.) Ruml. para obtener información sobre su época de floración y fructificación, relacionandolas con factores climáticos. También analizó la distribución de tallas de estos organismos, determinando la influencia de las mismas sobre la producción de flores, frutos y semillas, a nivel poblacional e individual.

Alanís *et al.* (1991) realizaron una descripción general de la fenología, ecología y algunos comentarios generales sobre la distribución de algunas especies en peligro de extinción del Jardín Botánico "Efraim Hernández Xolocotzi", U.A.N.L., entre las que destacan a *A. asterias*.

Es importante mencionar que el mutualismo juega un papel muy importante en los mecanismos fenológicos. La polinización, dispersión de semillas y la protección son considerados como tres procesos del mutualismo no simbiótico de gran importancia ecológica (Howe *et al.*, 1988).

### 4.3. Nodricismo

En zonas áridas algunos autores como Yeaton (1978, citado por Martínez, 1991) consideran entre las relaciones bióticas más importantes al nodricismo; pudiendo ser de tipo inter e intraespecífica.

Evans *et al.* (1981) mencionan que muchas de las plantas perennes de las regiones desérticas, y más notablemente los cactus, inician su desarrollo y establecimiento bajo el dosel de otras especies vegetales. Este fenómeno es referido como plantas nodrizas. Asimismo, destacan que los renuevos de *Prosopis juliflora* y *Cercidium microphyllum* no son favorecidos por la asociación con arbustos.

Fowle (1986) realizó un estudio sobre el papel de la competencia en comunidades de plantas de regiones áridas y semiáridas, destacando la importancia y el nivel de existencia en la competencia entre plantas de ecosistemas áridos han sido frecuentemente cuestionados.

McAuliffe (1986) mencionó que los herbívoros son un factor que limita el establecimiento y la distribución de "paloverde" *Cercidium microphyllum* en el desierto sonorense. Asimismo, subrayó que el consumo de renuevos de *Cercidium* por herbívoros, limita el establecimiento sucesional de esta especie.

Franco *et al.* (1988) realizaron un estudio del análisis de la interacción entre los renuevos de *Agave deserti* y la planta nodriza *Hilaria rigida* en el noroeste del Desierto de Sonora destacando que aunque la planta nodriza facilita el establecimiento de los renuevos por una reducción de las temperaturas de la superficie del suelo, proveyendo



un microhábitat con un alto nivel de nitrógeno en el suelo; el sombreado y la competencia por agua reducen el crecimiento de los renuevos de *Agave deserti*.

Franco *et al.* (1989) investigaron el efecto de las plantas nodrizas en el crecimiento de los renuevos *Carnegiea gigantea* y *Ferocactus acanthodes* en el desierto sonorense de México y suroeste de los Estados Unidos. Los mismos autores mencionan que éstas se establecen generalmente bajo el dosel de otras plantas perennes; concluyendo en el estudio que la posición de los renuevos bajo el dosel de las plantas nodrizas y características del microhábitat, en términos de la temperatura de la superficie del suelo y del contenido de nitrógeno del suelo, determinaron la distribución y desarrollo de *C. gigantea* y *F. acanthodes*.

Howe y Westley (1988) mencionaron que los saguaros (*Carnegiea gigantea*) juveniles sobreviven mejor bajo la sombra de plantas que los que se encuentran en los espacios sin sombra o abiertos. Asimismo, indicaron que las especies vegetales espinosas, como la nodriza *Cercidium microphyllum*, protegen mejor a los renuevos del saguaro, ya que la rata de campo (*Neotoma albigula*) es un depredador importante.

Parra (1991) estudió para *Carnegiea gigantea* algunos aspectos ecológicos como es el caso de la densidad, distribución espacial y por tallas, así como algunos datos morfométricos. Igualmente estableció que el saguaro es un cactus columnar que en los estadios iniciales de crecimiento requiere forzosamente de una planta que actúe como nodriza para evitar que el exceso de insolación termine por matarlo.

Valiente-Banuet *et al.* (1991) realizaron un análisis experimental de la germinación y sobrevivencia de *Neobuxbaumia tetetzo*. Asimismo, indican que las primeras fases de establecimiento de dicho cactus en el Valle de Tehuacán, Puebla,

ocurren principalmente bajo el dosel de árboles y arbustos, los cuales actúan como plantas nodrizas.

Valiente-Banuet *et al.* (1991) mencionaron que la relación de la nodriza fue determinada por observaciones de patrones espaciales del cactus con respecto a la especie vegetal perenne en la fitocenosis; asimismo, por la caracterización del microhábitat bajo el arbusto en base a la temperatura y fertilidad del suelo.

Valiente-Banuet *et al.* (1991) analizaron la relación espacial de *Neobuxbaumia tetetzo* donde se aprecia la interacción entre el cactus y la nodriza *Mimosa luisana*. También mencionan que la competencia en el sistema radicular por agua puede estar involucrada en el patrón de distribución de ambas especies.

Cody (1991) analizó la distribución en el Desierto de Mojave al sureste de California de las tres especies de cactus del grupo de las cilindropuntias: *Opuntia echinocarpa*, *Opuntia ramosissima* y *Opuntia acanthocarpa*, realizando un examen de la distribución espacial de los diferentes tamaños de chollas, y su probable edad. Se analizaron en tres sitios de similar elevación, suelo y topografía uniforme, concluyendo que los cactus pequeños están fuertemente asociadas particularmente con especies de plantas nodrizas (especialmente con el pasto *Hilaria rigida*).

Las plantas nodrizas son generalmente desplazadas por el crecimiento de cactus y algunas nodrizas crecen, a su vez, protegidas por cactus adultos que también fungen como nodrizas. El mismo autor señala que existen algunas otras especies que no tienen mucha importancia, pero protegen a los cactus contra herbívoros.

Flores *et al.* (1994) realizaron un análisis detallado de la interacción ecológica, desde el punto de vista de la planta nodriza *Mimosa luisana*, evaluando los cambios en el crecimiento y fecundidad de la planta nodriza cuando *Neobuxbaumia tetetzo* crece bajo su dosel.

#### 4.4. Estatus Poblacional de *A. asterias*

Malda (1990) desarrolló un estudio sobre plantas vasculares raras, amenazadas y en peligro de extinción en Tamaulipas, mencionando que las cactáceas es el grupo taxonómico más amenazado con 39 especies, donde se incluye a *A. asterias* como planta en peligro de extinción.

Aunado a lo anterior, las etapas más vulnerables en el ciclo de vida de las plantas son la de germinación, el establecimiento y de dispersión, resultando ésta vulnerabilidad más evidente en aquellas poblaciones de especies sujetas a presiones que las ponen en peligro de extinción (Moreno *et al.*, 1992).

Alanís (1992) realizó un análisis de las investigaciones realizadas sobre cactáceas para el noreste de México, ubicando a *A. asterias* en la categoría de plantas en peligro de extinción; proporcionando además, algunas recomendaciones para la conservación de las especies con diferentes riesgos de amenaza.

Bill *et al.* (1993) prepararon la tercera revisión del TOES (The Texas Organization for Endangered Species) en la cual presentan cuatro categorías para especies en peligro y amenazadas, así como una quinta categoría con un listado de especies con las que se debe tener precaución. En esta lista se incluye a *A. asterias* como especie en peligro de extinción.

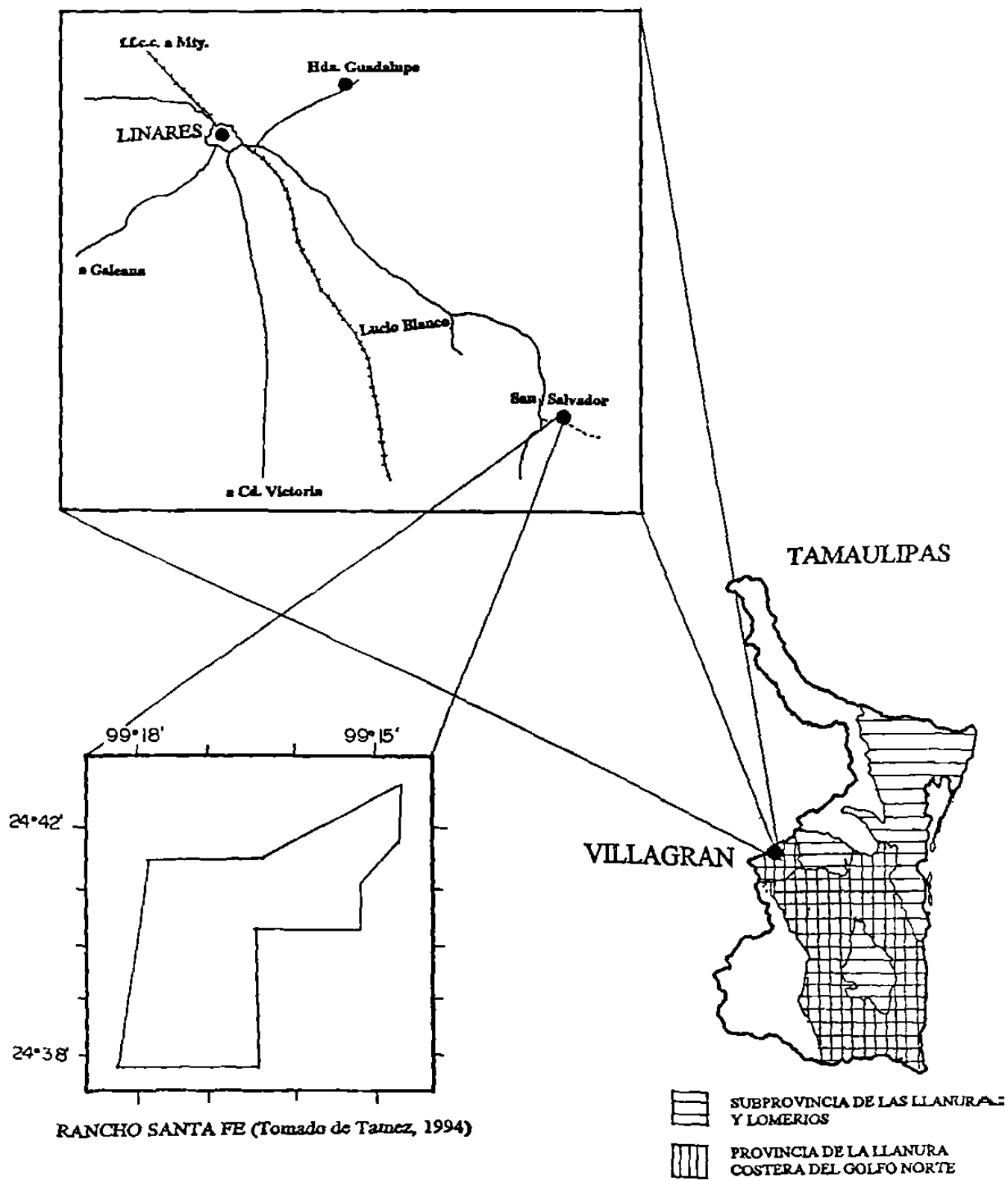
## **15. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO**

### **5.1. Localización**

El área de estudio se encuentra localizada en el rancho "Santa Fe" perteneciente al municipio de Villagrán, Tamaulipas; a una altitud de 375 m.s.n.m. Su ubicación geográfica está delimitada entre los paralelos 24° 38' y 24° 42' de Latitud Norte y en los 99° 15' y 99° 18' de Longitud Oeste (mapa 1).

### **5.2. Clima**

De acuerdo a la clasificación de climas que hace la SPP (1983) en la Síntesis Geográfica del Estado de Tamaulipas, el tipo climático en el área de estudio está representado por un (A)C(W) semicálido subhúmedo con lluvias en verano; agrupando los subtipos menos húmedos de los semicálidos subhúmedos. De acuerdo a los datos de temperatura proporcionados por el Departamento de Sensores Remotos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, la temperatura media mensual varía de 15.3°C a 27.5°C, los cuales corresponden a 30 años, de 1963 a 1993. La precipitación promedio anual fluctúa de 717.3 mm a 1058.8 mm.



MAPA No.1. LOCALIZACION FISIOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO

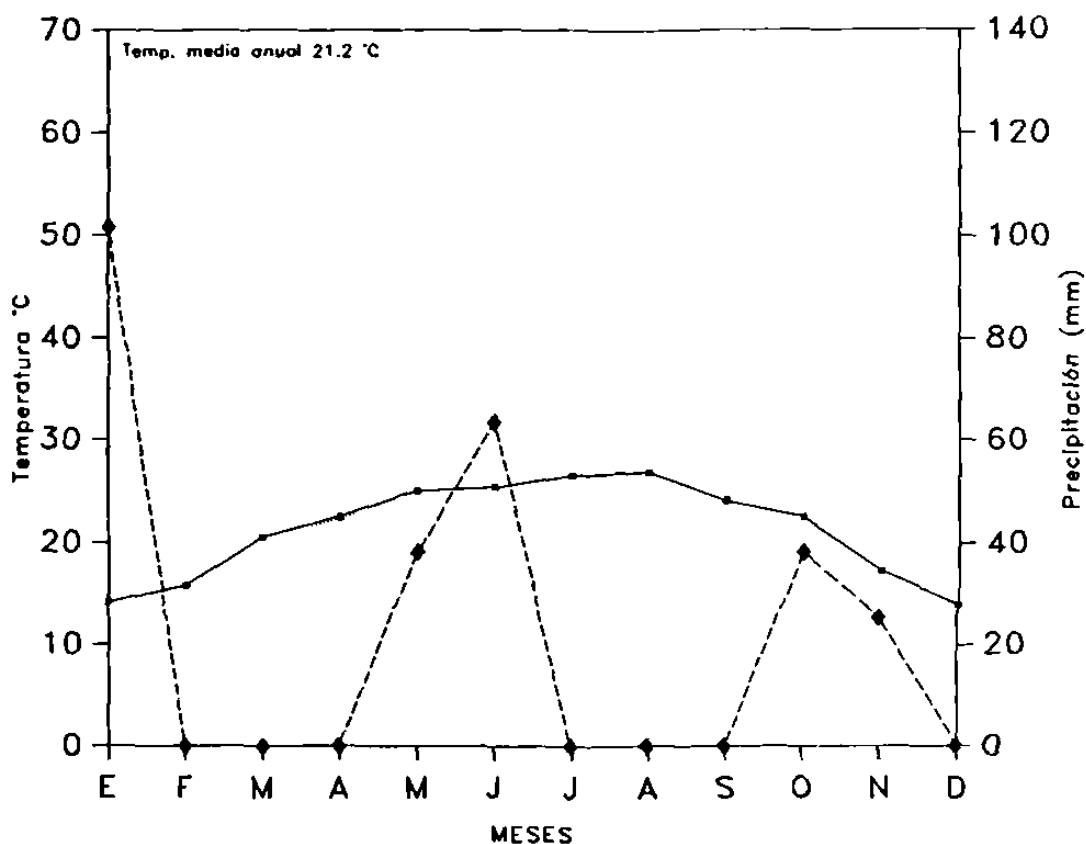


Figura 1. Diagrama ombrotérmico elaborado a partir de los datos de temperatura de 1963 a 1993 (fuente: Dep. Sen. Rem., U. A. T.) y precipitación de 1994 (tomados en el Rancho "Santa Fé").

La precipitación del mes más seco es menor de 40 mm y el promedio de lluvia invernal fluctúa entre 5 y 10.2 mm. Sin embargo, los datos graficados para la precipitación corresponden solamente al año de 1994 (figura 1); observándose una precipitación máxima mensual de 101.6 mm y una mínima mensual de 0 mm en los meses de febrero, marzo, abril, julio, agosto, septiembre y diciembre.

### 5.3. Geomorfología

En el estado de Tamaulipas se encuentran tres provincias fisiográficas que son: Sierra Madre Oriental, Grandes Llanuras de Norteamérica y la Llanura Costera del Golfo Norte (SPP, 1983).

El área de estudio se ubica en la subprovincia Llanuras y Lomeríos de la provincia de la Llanura Costera del Golfo Norte (mapa 1). Esta provincia cubre la mayor parte del Estado y la subprovincia tiene un superficie territorial de 28,886.76 km<sup>2</sup>. Lo que significa un 37% de la superficie total estatal; siendo en esta subprovincia donde se localiza el área de estudio; predominando en ésta los suelos de tipo litosol, vertisol pélico y regosol éutrico (SPP, 1983).

### 5.4. Vegetación

El área en la que se distribuye la especie *Astrophytum asterias* es un matorral espinoso tamaulipeco del tipo alto espinoso, con distribución en manchones y se presenta sobre mesetas y lomeríos. La zona estudiada se localiza a una altitud de 200 m.s.n.m.; caracterisándose por la dominancia de tres estratos verticales en la vegetación: superior, medio e inferior; las eminencias (como *Yucca filifera*) se presentan en algunas áreas solamente. Algunos de los géneros que más se presentan en el estrato superior son: *Prosopis*, *Cordia*, *Acacia*, *Celtis* y *Cercidium*. En el estrato medio se presentan dominando *Ziziphus*, *Castela*, *Porlieria*, *Forestiera* *Opuntia*, *Karwinskia*, *Schaefferia* y *Leucophyllum*. En el estrato inferior predominan principalmente *Croton*, *Lantana*, *Opuntia*, *Bouteloua*, *Malvastrum* y *Meximalva* (SPP, 1983).

Esta zona se ubica en áreas que han sido transformadas a pastizales o áreas de cultivo y el resto dedicado como agostadero o área de apacentamiento.

A continuación se describe la especie *Astrophytum asterias*.

*Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem.

Sinonimia: *Echinocactus asterias* Zucc.

Tallo más o menos hemisférico, de hasta 5.5 cm de altura y 10 cm de diámetro, sin espinas; epidermis verde grisácea provista de numerosos y diminutos puntos blancos; ápice hundido, con algo de lana. Costillas 7 u 8, muy anchas, redondeadas y nada o poco prominentes, de 3 a 3.5 cm de anchura, duras, rectas. Aréolas en el dorso de las costillas, distantes entre sí, 4 a 7 mm, prominentes, circulares, de 4 a 5 mm de diámetro, con fieltro blanco, carentes de espinas. Flores próximas al ápice, infundibuliformes, de 3 cm de longitud y 3 a 5 cm de diámetro; pericarpelo globoso, verdoso, con escamas numerosas, angostas, aplanadas, algo carnosas, largamente acuminadas, que llevan en las axilas lana blanca; tubo receptacular corto, provisto de escamas más grandes que las del pericarpelo, linear-lanceoladas, acuminadas, aristadas, con la base rojiza, en transición con los segmentos exteriores del perianto; segmentos exteriores del perianto largamente lineares hasta espatulados, obtusos, de color verde limón, con la franja dorsal verdosa; segmentos interiores del perianto semejantes entre sí, acuminados, de color amarillo limón con la base rojiza; estambres cortos; filamentos de color amarillo limón; anteras amarillas; estilo corto, amarillo claro; lóbulos del estigma 6 a 8, amarillentos. Fruto alargado-globoso, con escamas largas y delgadas, lanoso; conservando adheridos los restos secos del perianto. Semillas naviculares; testa quebradiza, lisa, brillante, de color castaño negruzco (Bravo-Hollis *et al.*, 1991).



### 5.5. Actividades Antrópicas en el Area de Estudio

La influencia humana sobre el matorral espinoso tamaulipeco de esta región constituye uno de los principales impactos negativos sobre la distribución y abundancia de *A. asterias*, debido principalmente a las actividades agrícolas y ganaderas mal planificadas que ahí se desarrollan. La primera de ellas casi siempre conduciendo a una conversión completa de la cubierta vegetal originaria y la segunda provocando un deterioro de los ecosistemas, a veces, irrecuperable; siendo principalmente el sobrepastoreo el que provoca en gran medida la erosión y la pérdida de elementos vegetales, entre éstas las especies amenazadas.

## 6. METODOLOGIA

El estudio se inició con una recopilación bibliográfica sobre el tema y visitas preliminares al área de estudio, con el propósito de conocer la distribución espacial de los individuos de la especie *Astrophytum asterias* en el matorral.

Se realizó un análisis de la vegetación para caracterizar ecológicamente la fitocenosis donde se desarrolla *A. asterias* mediante un inventario botánico y, a partir de la estimación de la cobertura aérea, para establecer la estructura de la comunidad.

Por último, se analizó cuantitativamente por muestreos la población de *A. asterias* y de sus especies asociadas a fin de determinar su relación mutualista de nodricismo.

A continuación se describe con detalle los aspectos considerados en el análisis del nodricismo de *A. asterias*.

### 6.1. Inventario Botánico

En la fase preliminar del estudio se realizaron recorridos por el área para reconocer los estratos de la vegetación, distinguiéndose tres estratos verticales: arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Aunado a lo anterior se colectó el material botánico para su posterior identificación y herborización. Una vez reconocidas las especies, se les registró con un código (formado por las tres primeras letras del género y la especie o en algunas ocasiones con un número secuencial) con el fin de facilitar su registro.

Para el inventario botánico se utilizaron transectos de 30 m con 6 parcelas intercaladas de 5 x 2 m para el estrato arbóreo (estrato alto) y de 5 x 1 para el estrato arbustivo (estrato medio). El estrato herbáceo (estrato bajo) no se consideró por no representar una influencia marcada en el establecimiento de *A. asterias*, ya que muchas de ellas son plantas de ciclo anual o efímeras. No obstante, para el caso del análisis de la cobertura si se consideró dicho estrato.

En los estratos arbóreo y arbustivo de cada parcela, se registraron para cada individuo los datos de altura total y largo y ancho de la copa. Los datos se capturaron en una hoja de registro para inventarios botánicos (ver anexo 1).

Con los datos recabados del inventario se realizaron estimaciones de abundancia (A), dominancia (D), valor de inferencia botánica (VIB) y frecuencia (F) para cada especie vegetal del matorral, con el fin de establecer una caracterización ecológica más eficiente de *A. asterias* a través del análisis estadístico de la vegetación, de tal forma que se pueda determinar el status de las especies en la comunidad.

Para los parámetros anteriores se utilizaron las siguientes fórmulas: El parámetro abundancia (Heiseke *et al.*, 1985 y Franco *et al.*, 1991) se refiere a la relación de la densidad de las especies comparado con un total existente.

$$A = \frac{\text{No. de individuos de la especie}}{\text{No. total de todas las especies}} * 100$$

El parámetro dominancia (Heiseke *op cit.* y Franco *op cit.*) da una idea del grado de participación de las especies en la comunidad.

$$D = \frac{\text{Area de la copa de la especie}}{\text{Area de la copa de todas las especies}} * 100$$

El valor de inferencia botánica informa sobre el funcionamiento de cada uno de los individuos que integran el ecosistema o de la inferencia que tiene la especie en la comunidad (Villalón, 1989; Cantú, 1990).

$$\text{VIB\%} = \frac{\text{Abundancia} + \text{Dominancia}}{2}$$

El parámetro frecuencia da una idea de la distribución de las especies, siendo fundamental para conocer la estructura de la comunidad (Heiseke, *et al.*, 1985).

$$F = \frac{\text{No. de parcelas con la especie}}{\text{No. de parcelas muestreadas}} * 100$$

Los resultados de los parámetros se organizaron en un cuadro y posteriormente cada uno se presentó en una gráfica, donde se relacionó la especie con el valor del parámetro analizado, con el fin de tener una mayor visualización de la o las especies más abundantes, dominantes, frecuentes o de mayor inferencia botánica.

Estos métodos permitieron evaluar cuantitativamente la estructura y composición botánica de la vegetación a través de los valores generados para su análisis.

El interés por realizar el inventario botánico fue con la finalidad de conocer las especies que pudieran ser nodrizas. Esto puede ser, a través de la estructura del matorral.

Este inventario se realizó por ser sencillo de ejecutar y por su gran eficiencia en la obtención de información al ser llevado a cabo en diversas investigaciones.

## 6.2. Estimación de la Cobertura

Para la estimación de la cobertura se utilizó el método de puntos modificado, propuesto por Villalón (1989); habiendo sido seleccionado por su facilidad de aplicación y gran diversidad de información que genera para los matorrales del noreste de México; ya que a través de éste, se puede conocer el arreglo espacial según los estratos que lo integran (arbóreo, arbustivo y/o herbáceo), dando porcentajes de sus dimensiones. Esto permite obtener cuantitativamente la cobertura vegetal, la cual es considerada como el área cubierta por la proyección vertical de la copa sobre el suelo (Wayne *et al.*, 1986).

Siguiendo el criterio de Villalón *et al.* (1991) el tamaño del transecto fue de 15 m de longitud, seleccionándose, por lo que se tomó en consideración para la colecta de información; dividiéndose cada transecto en 30 puntos, es decir cada 50 cm los puntos de muestreo.

El método consideró la estratificación de la vegetación realizada para el inventario botánico. El estrato alto (arbóreo) comprendió a elementos vegetales mayores de 1.5 m de altura y con un diámetro mayor o igual a 3 cm a 10 cm (DA10) sobre el nivel del suelo. El estrato medio (arbustivo) presentó elementos vegetales

menores a 1.5 m de altura o menor de 3 cm de diámetro a 10 cm del nivel del suelo (DA10). El estrato herbáceo (bajo) consideró zacates y otras herbáceas menores de 1.5 m de altura.

Una vez establecidos los estratos verticales de la vegetación se procedió a la toma de información, la que se obtuvo con el apoyo de una valiza, colocada verticalmente en cada punto de muestreo de la línea del transecto, para obtener el estrato con el cual tuvo contacto la valiza. Asimismo se registró el tipo de sustrato (suelo, piedra o materia orgánica) con la que la parte basal de la valiza tuvo contacto.

Toda la información generada a partir de este método fue registrada en una hoja de control (ver anexo 2). Los datos registrados a partir del método antes descrito fueron utilizados para estimar el porcentaje de cobertura de los diferentes estratos; rocosidad, suelo desnudo, materia orgánica, área abierta (sin vegetación) y área con cubierta vegetal.

### 6.3. Nodricismo

#### 6.3.1. Efecto de la Cobertura Vegetal

La determinación del número de individuos de *A. asterias* bajo la cubierta vegetal o en áreas abiertas (sin cobertura) fue la primera fase en el análisis del nodricismo. Esto se corroboró probando estadísticamente las hipótesis siguientes:

$H_0$ : La proporción 1 (# de individuos de *A. asterias* bajo cobertura) es igual a la proporción 2 (# de individuos de *A. asterias* en espacio abierto).

H1: La proporción 1 (# de individuos de *A. asterias* bajo cobertura) es diferente de la proporción 2 (# de individuos de *A. asterias* en espacio abierto).

Las proporciones uno y dos se originaron al dividir los individuos bajo cobertura contra el total de individuos (proporción 1) y el número de individuos en espacio abierto contra el total de individuos (proporción 2).

Las hipótesis fueron probadas por medio de una prueba de T, expresada en la siguiente ecuación:

$$T = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\frac{p_1 * q_1}{m} + \frac{p_2 * q_2}{n}}}$$

Donde:

T= Prueba de T

$p_1, p_2$  = Proporciones

$q_1 = 1 - p_1$

$q_2 = 1 - p_2$

Esta prueba se usa en la comparación de dos proporciones de una población (Devore, 1987).

*A. asterias* se clasificó con respecto a la posible especie (nodriza) y a la orientación y se sometió a un análisis de varianza en SAS por medio del procedimiento PROC GLM para probar las siguientes hipótesis:

- *A. asterias* se establece al azar bajo las especies del área de estudio.

- *A. asterias* se establece al azar bajo las orientaciones de los arbustos.

- *A. asterias* se establece al azar bajo la especie y orientación.

Posteriormente se realizó la comparación entre especies, entre las orientaciones y entre las interacciones a través de una prueba de medias (prueba de Scheffé) por medio del procedimiento PROC MEANS en SAS para verificar la significancia estadística por medio de la siguiente fórmula:

Valor de Scheffé =  $S_s Q$

Donde:

$S = \sqrt{F_{\alpha} \left( \frac{ft}{ft + fe} \right)}$

$ft$  y  $fe$  = Son los grados de libertad de los tratamientos y del error.

$F$  = Es el valor probabilístico que se ajusta a una distribución de F con  $ft$  y  $fe$  grados de libertad en el numerador y denominador con respecto a una tasa de error de alfa ( $\alpha$ )  $sQ$  = Raíz de una constante por las observaciones y por la varianza.

Para el análisis de los datos se empleó un alfa ( $\alpha$ ) de 0.05.



### **6.3.2. Distancias Entre *A. asterias* y las Especies Vegetales Vecinas**

Se determinó la distancia a la base y a la copa de la planta más próxima, en todos sus puntos cardinales de la cactácea. Con estos datos se probaron las hipótesis siguientes:

- La distancia entre *A. asterias* y sus vecinos específicos es constante.
- La distancia entre *A. asterias* y la orientación de sus vecinos es constante.
- Existe interacción entre las especies y orientaciones para las distancias.

El alfa considerado fue de 0.05. El procedimiento ANOVA se realizó en el programa SAS con las fuentes de variación: especies, orientaciones y la interacción especie-orientación.

### **6.4. Análisis de las Distribuciones Diamétricas de *A. asterias* y las Especies Vegetales.**

Por último, se tomaron los diámetros a la altura de 10 cm sobre el nivel del suelo (DA10) y las alturas totales de todas las especies vegetales que se encontraron de acuerdo a las coordenadas geográficas alrededor de *A. asterias*. La anterior información se utilizó para analizar la distribución de todas las especies y por cada especie vegetal así como para la cactácea, con el fin de conocer la estructura de la vegetación alrededor de *A. asterias*.

### 6.5. Fenología Reproductiva

Con el fin de obtener información sobre la fenología reproductiva de *A. asterias* se establecieron observaciones periódicas en forma permanente en los diferentes individuos encontrados.

La información registrada en la fenología fue la siguiente: número de botones florales (juvenil, mediano y grande); número de flores (inmaduras, maduras, marchitas y secas); número de frutos inmaduros (cuando el fruto presenta semillas color blanco y es suave al tacto) y maduro (cuando las semillas presentan una coloración café oscura). Para cada estructura se anotó la fecha de aparición (anexo 3).

Con los datos recabados en el campo correspondientes a las estructuras reproductivas (flores y frutos) de *A. asterias* se realizó una gráfica, la cual presenta en forma esquemática la aparición de las diferentes estructuras reproductivas durante el tiempo de estudio.

### 6.6. Germinación y Dispersión

Se realizó una prueba de germinación a nivel de laboratorio, utilizando semillas colectadas en el área de estudio, determinándose la velocidad de germinación en un lapso de treinta días, iniciando a partir de la siembra. Se colocó una semilla por contenedor, conteniendo un substrato de arena de río tamizada. El riego fue con agua destilada procurando evitar su desecación.

Se realizaron observaciones directas en los individuos de *A. asterias* para determinar el posible tipo de dispersión de las semillas.

En general, se realizaron observaciones de campo sobre la biología de *A. asterias*; destacando tipo de polinización, depredadores, patógenos y dispersión de semillas.

## **7. RESULTADOS**

### **7.1. Inventario Botánico**

La comunidad vegetal del área de estudio corresponde a un matorral espinoso tamaulipeco del tipo alto espinoso, el cual se ubica en una zona sin accidentes topográficos. Esta fitocenosis se caracteriza por presentar tres estratos verticales.

Los muestreos de la vegetación indicaron la presencia de 27 especies, correspondientes a 21 géneros y 16 familias (tabla 1).

A cada especie se le asignó su estrato, forma de crecimiento y un código formado por las tres primeras letras tanto del género como de la especie para su fácil manejo al momento de vaciar la información en las hojas de registro.

Tabla 1. Relación de familias y especies registradas en el área de estudio con su ubicación en el estrato, su forma de crecimiento y su asignación de código de identificación.

NUMERO DE FAMILIAS CON SUS ESPECIES	NOMBRE COMUN	ESTRATO	FORMA DE CRECIMIENTO	CODIGO
I.- Fam. Boraginaceae				
1.- <i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuíta	Alto	Arbóreo	Corboi
II.- Cactaceae				
2.- <i>Astrophytum asterias</i> (Zucc.) Lem.	Falso peyote	Bajo	Herbáceo	Astasi
3.- <i>Mammillaria heideri</i> Muehl.	Mamilaria	Bajo	Herbáceo	Mambei
4.- <i>Mammillaria</i> sp.	Mamilaria	Bajo	Herbáceo	Mam
5.- <i>Opuntia leptocaulis</i> DC.	Tasajillo	Medio	Arbustivo	Opulep
6.- <i>Opuntia lindheimeri</i> Engelm.	Nopal	Medio	Arbustivo	Opulin
7.- <i>Wilcoxia poselegeri</i> (Lem.) B. & R.	Sacasil	Bajo	Herbáceo	Wilpos
III.- Celastraceae				
8.- <i>Schaefferia cuneifolia</i> Gray.	Panalero	Medio	Arbustivo	Schacun
IV.- Chenopodiaceae				
9.- <i>Salsola kali</i> L.	Maromera	Bajo	Herbáceo	Salkal
V.- Convolvulaceae				
10.- <i>Convolvulus</i> sp.		Bajo	Herbáceo	Con
VI.- Euphorbiaceae				
11.- <i>Croton cortesianus</i> H. B. K.	Palillo	Bajo	Herbáceo	Crocor
VII.- Fabaceae				
12.- <i>Acacia berlandieri</i> Benth.	Huajillo	Medio	Arbustivo	Acaber
13.- <i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	Alto	Arbóreo	Acafar
14.- <i>Acacia greggii</i> Gray.	Uña de gato	Alto	Arbóreo	Acagre
15.- <i>Acacia rigidula</i> Benth.	Chaparro prieto	Alto	Arbóreo	Acarig
16.- <i>Acacia schaffneri</i> (Wats.) Herm.	Huizache chino	Alto	Arbóreo	Acascha
17.- <i>Cercidium macrum</i> I. M. Johnst.	Palo verde	Alto	Arbóreo	Cermac
18.- <i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M. C. Johnst.	Mezquite	Alto	Arbóreo	Prolae
VIII.- Liliaceae				
19.- <i>Yucca filifera</i> Chabaud	Palma china	Alto	Arbóreo	Yucfil
IX.- Malpighiaceae				
20.- <i>Malpighia glabra</i> L.	Marzanita	Medio	Arbustivo	Malgra
X.- Oleaceae				
21.- <i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Panalero	Medio	Arbustivo	Forang
XI.- Phytolacaceae				
22.- <i>Phaulothammus spinescens</i> Gray.	Panalero ojo de bivora	Medio	Arbustivo	Phaspi
XII.- Poaceae				
23.- <i>Bouteloua trifida</i> Thurb.	Nabajita	Bajo	Herbáceo	Boutri
XIII.- Rhamnaceae				
24.- <i>Karwinskia humboltiana</i> Zucc.	Coyotillo	Medio	Arbustivo	Karhutn
25.- <i>Zizophus obtusifolia</i> (T. & G.) Gray.	Abrojo	Medio	Arbustivo	Zizobá
XIV.- Ulmaceae				
26.- <i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Alto	Arbóreo	Celpall
XV.- Verbenaceae				
27.- <i>Verbesina</i> sp.		Bajo	Herbáceo	Ver
XVI.- Zygophyllaceae				
28.- <i>Porlieria angustifolia</i> (Engelm.) Gray.	Guayacán	Medio	Arbustivo	Porang

## 7.2. Estructura del Matorral

El análisis de la estructura de la fitocenosis mostró a la especie *Opuntia leptocaulis* como la más abundante con 46.9% del total de la comunidad, seguida de *Prosopis laevigata* con 24.2% (figura 2); mientras que 7 especies exhibieron la menor abundancia con 1.5% (tabla 2).

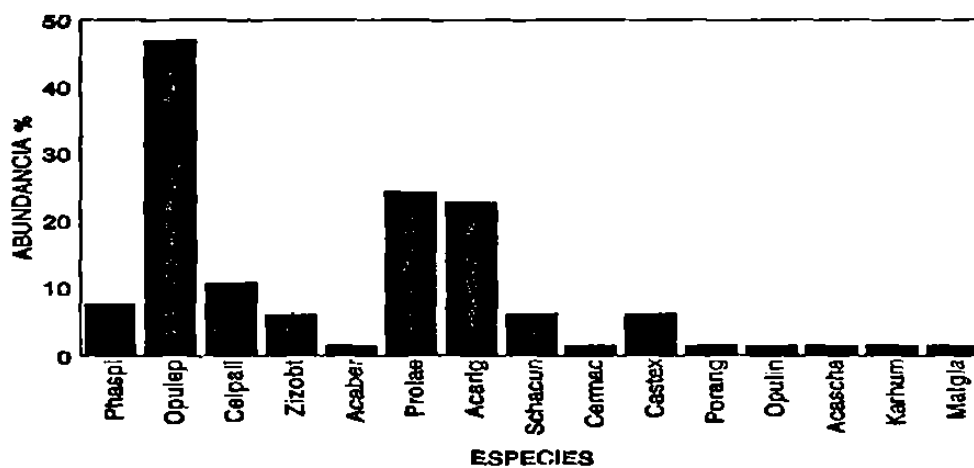


Figura 2. Relación porcentual de abundancia de las especies vegetales registradas en la zona de estudio.

Tabla 2. Valores obtenidos para los parámetros ecológicos en el análisis de la estructura de la fitocenosis del área de estudio.

ESPECIE	ABUNDANCIA %	DOMINANCIA %	VALOR DE INFERENCIA BOTANICA %	FRECUENCIA %
Phaspi	7.58	4.89	6.24	22.22
Opulep	46.97	18.18	32.49	55.56
Celpall	10.61	9.55	10.08	33.33
Zizobt	6.06	6.16	6.11	22.22
Acaber	1.52	1.14	1.32	5.56
Prolae	24.24	24.07	24.16	66.67
Acarig	22.73	18.65	20.69	44.44
Schacun	6.06	1.93	4.00	11.11
Cermac	1.52	3.91	2.72	11.11
Castex	6.06	5.23	5.65	16.67
Porang	1.52	0.46	0.99	5.56
Opulin	1.52	1.81	1.67	5.56
Acascha	1.52	0.61	1.07	5.56
Karhum	1.52	0.98	1.25	5.56
Malgla	1.52	0.84	1.18	5.56

Con relación a la dominancia destacan las especies *Prosopis laevigata* y *Acacia rigidula* con 24.1% y 20.7%, respectivamente (figura 3). Mientras que *Opuntia leptocaulis*, no obstante ser la especie más abundante, cubrió sólo el 18.1% de la fitocenosis (tabla 2).

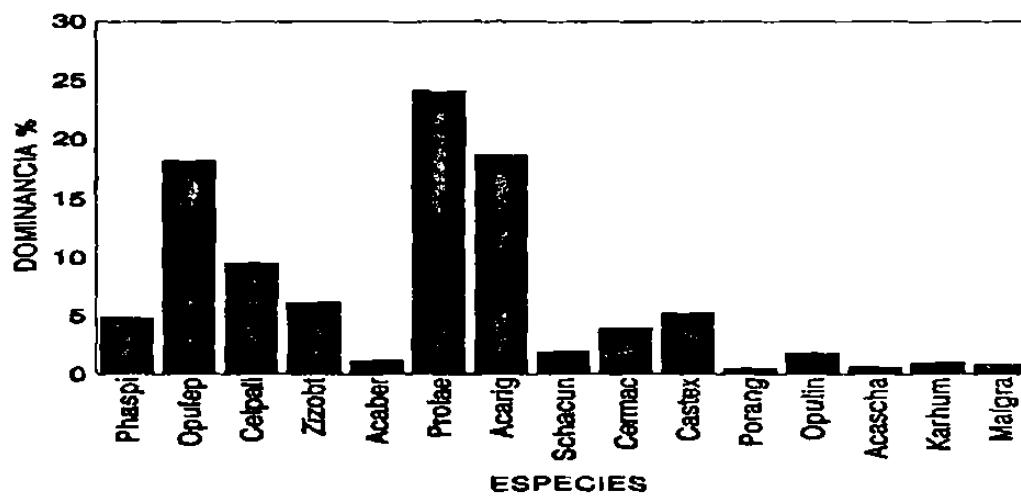


Figura 3. Relación porcentual de dominancia de las especies vegetales registradas en la zona de estudio.

El análisis del valor de inferencia botánica que está en función de la abundancia y dominancia de cada especie (tabla 2), mostró a *Opuntia leptocaulis*, *Prosopis laevigata* y *Acacia rigidula* como las especies más importantes de la fitocenosis (figura 4).



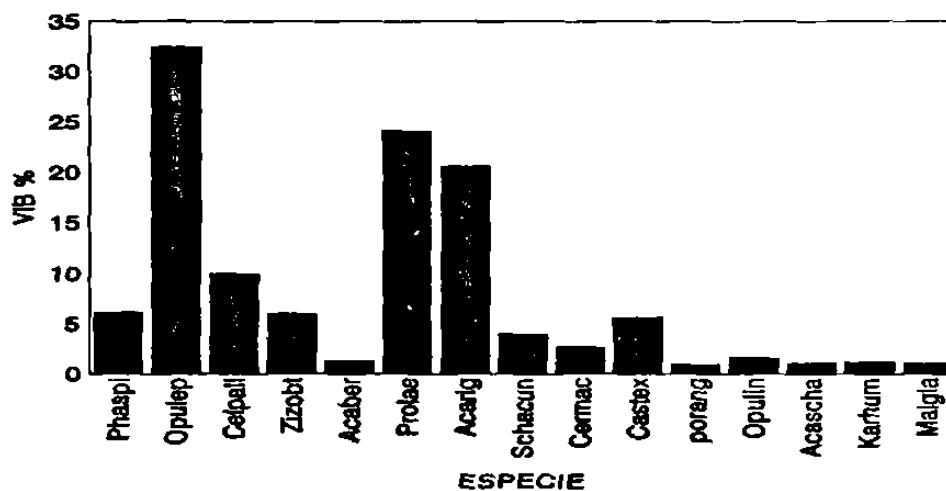


Figura 4. Relación porcentual del valor de inferencia botánica de las especies vegetales registradas en la zona de estudio.

Con respecto al parámetro frecuencia, las especies *Prosopis laevigata*, *Opuntia leptocaulis* y *Acacia rigidula* exhibieron los valores más altos con 66.7%, 55.6% y 44.4%, respectivamente (figura 5) (tabla 2).

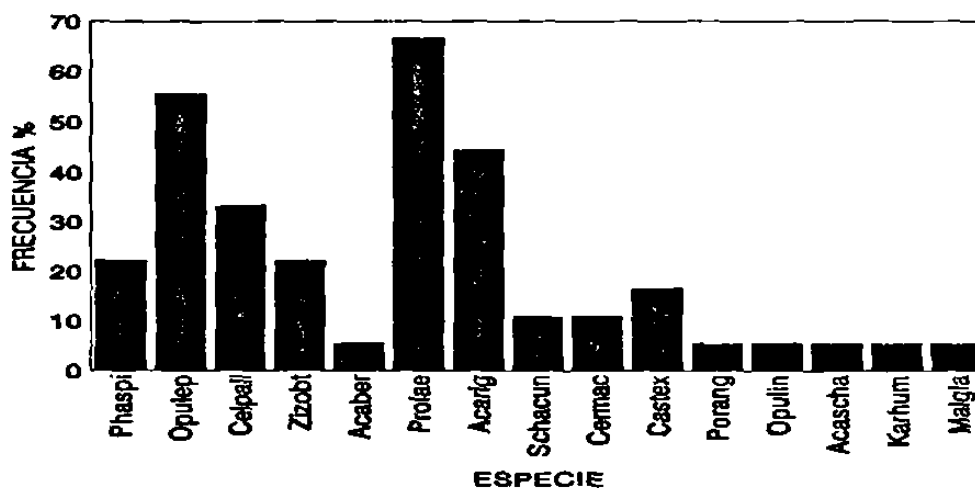


Figura 5. Relación porcentual de la frecuencia de las especies vegetales registradas en la zona de estudio.

La figura 5 mostró que la especie *Prosopis laevigata* presentó un valor de frecuencia mayor que las otras especies.

La dominancia de *P. laevigata* se debe a que presenta copas con diámetros de hasta 5 m y alturas de aproximadamente 3.5 m en promedio, a diferencia de las otras especies. En términos muy particulares, esto ayudó a determinar el tipo de comunidad en consideración con los otros parámetros mencionados.

En cuanto a la cobertura por estratos, en la tabla 3 se presentan los resultados para los parámetros involucrados en el análisis de la comunidad estudiada.

Tabla 3. Relación porcentual del parámetro cobertura para los 3 estratos verticales de la fitocenosis del área de estudio.

PARAMETROS	COBERTURA %
Estrato alto (total)	16.67
Estrato medio (total)	57.50
Estrato bajo (total)	35.00
Area con sólo estrato alto	5.00
Area con sólo estrato medio	35.84
Area con sólo estrato bajo	12.50
Area cubierta con los 3 estratos	3.33
Area con los estratos alto y medio	3.33
Area con los estratos alto y bajo	5.00
Area con los estratos medio y bajo	14.17
Suelo desnudo	70.00
Pedregosidad	0.00
Materia orgánica	30.00
Area abierta (sin cobertura vegetal)	20.00
Area con cubierta vegetal	80.00

Como puede observarse en la tabla 3 el estrato de la vegetación con mayor cobertura, correspondió al estrato medio con 57.5%, donde se localizan las especies *Phaulothamnus spinescens*, *Ziziphus obtusifolia*, *Castela texana* y *Opuntia leptocaulis*, entre otras. Le sigue en importancia el estrato alto con una cobertura de 16.7%, donde se localizan las especies: *Prosopis laevigata*, *Acacia rigidula*, *Celtis pallida* y *Acacia schaffneri* principalmente. Igualmente se obtuvieron porcentajes para el resto de los parámetros que se muestran en la tabla 3. Lo cual indica una cobertura de 80% para el área cubierta con vegetación y un 20% para el área abierta o sin vegetación (figura 6).

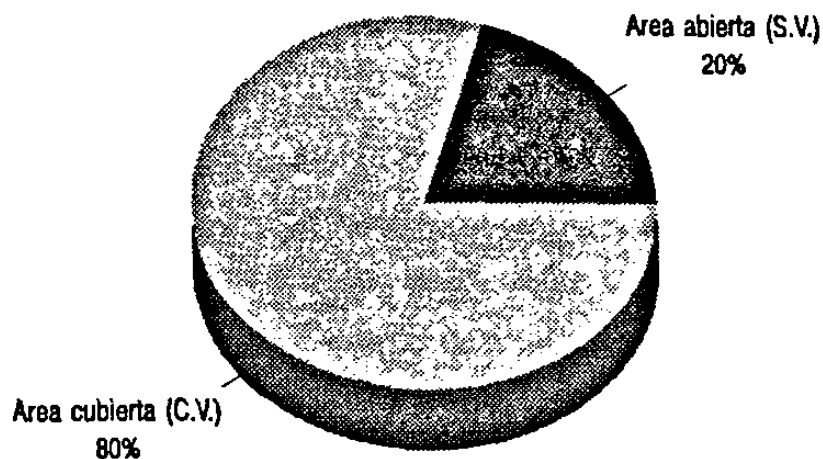


Figura 6. Relación del porcentaje de cobertura de área con vegetación (c. v.) y área sin vegetación (s. v.) en el área de estudio.

Por último también se observó que de acuerdo a la información de suelos; estos son pobres en materia orgánica ya que sólo el 30% de la zona de estudio presentó esta condición (figura 7).

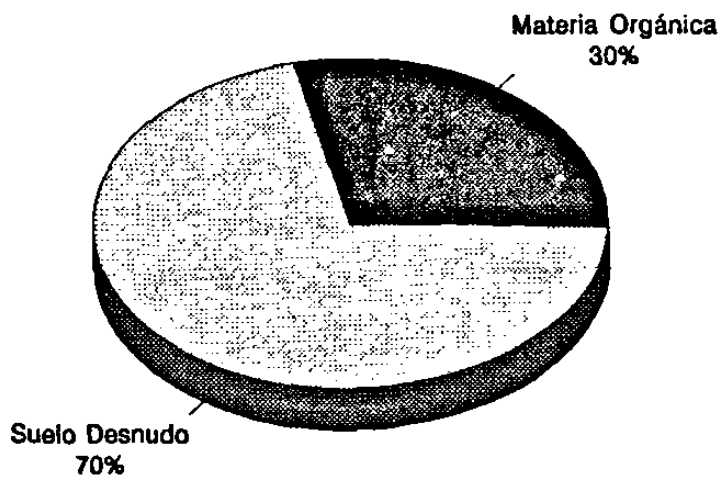


Figura 7.- Relación del porcentaje de cobertura para suelo desnudo y suelo con materia orgánica en el área de estudio.

### 7.3. Análisis del Nodricismo

#### 7.3.1. Efecto de la Cobertura Vegetal Sobre la Distribución de *A. asterias*.

Las observaciones sobre los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo del área de estudio indican que el 80% del sitio se encuentra cubierto por vegetación. Las observaciones sobre la distribución de los individuos de *A. asterias* en relación a la cobertura y el espacio abierto se encuentran en el tabla 4.

Tabla 4. Valores obtenidos sobre la distribución de *A. asterias* bajo cubierta vegetal y en espacio abierto.

<i>Astrophytum asterias</i>	No. de individuos de <i>A. asterias</i>
Bajo la cobertura vegetal	68
En espacio abierto	11
Total	79

*A. asterias* se observó preferencialmente bajo la cobertura de la comunidad vegetal, como se demuestra estadísticamente a través de la prueba de "T" (tabla 5).

Tabla 5. Valores de la prueba de "T" estimada y tabulada para determinar la distribución de *A. asterias* bajo la cubierta vegetal.

T ESTIMADA	T TABULADA		
9.262060 ***	0.05	0.01	0.001
	2.00	2.66	3.46

*A. asterias* parece que requiere de la cobertura vegetal para establecerse. Los individuos observados en el espacio abierto pudieron haberse establecido bajo algún tipo de cobertura vegetal. Aunque esta fue eliminada por pastoreo extensivo de ganado bovino como se observó en campo. El microclima, expresado en términos de temperaturas más moderadas, redistribuciones de la precipitación, nutrientes en el suelo, etc., creado por la vegetación natural puede ser la causa del establecimiento de *A. asterias*.

Estas observaciones han sido apoyadas por investigaciones en otras cactáceas. Martínez (1991) considera que bajo el dosel, el microambiente es más favorable, con mejores condiciones de humedad, menores cantidades de radiación solar y mayores contenidos de nutrientes. Asimismo, Franco et al. (1988) específicamente mencionan que los niveles de nitrógeno son más altos bajo el dosel que en el espacio abierto.

La cobertura vegetal puede también modificar los patrones en los procesos de polinización, dispersión, protección y establecimiento de las semillas de *A. asterias*. Estos procesos pueden potencialmente jugar un papel fundamental en la dinámica, estructura y establecimiento de una población.

### **7.3.2. Distribución de *A. asterias* con Relación a las Especies Vegetales Asociadas.**

*Astrophytum asterias* no mostró preferencia a establecerse bajo algún arbusto de alguna especie en particular, en una orientación específica ni tampoco bajo alguna especie con una orientación dada (tabla 6) graficados en las figuras 8 y 9. La independencia estadística de la localización de *A. asterias* sin ninguna preferencia significativa en este punto en tiempo parecen indicar que la hipótesis del nodricismo específico es rechazada. La modificación de la cobertura vegetal por el pastoreo

encubre el posible nodricismo que pudo haber existido durante el establecimiento de los individuos de *A. asterias*.

Tabla 6. Análisis de varianza del número de *A. asterias* en relación al número de especies asociadas y su orientación con respecto a los mismos.

FUENTE DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	Pr > F
Especie	10	2.7191	0.271909	0.35	0.9551
Orientación	6	3.0472	0.507867	0.65	0.6933
Esp*Ori	14	5.6181	0.401290	0.51	0.8971
Error	18	14.1667	.787037		
Total	48	25.5511			

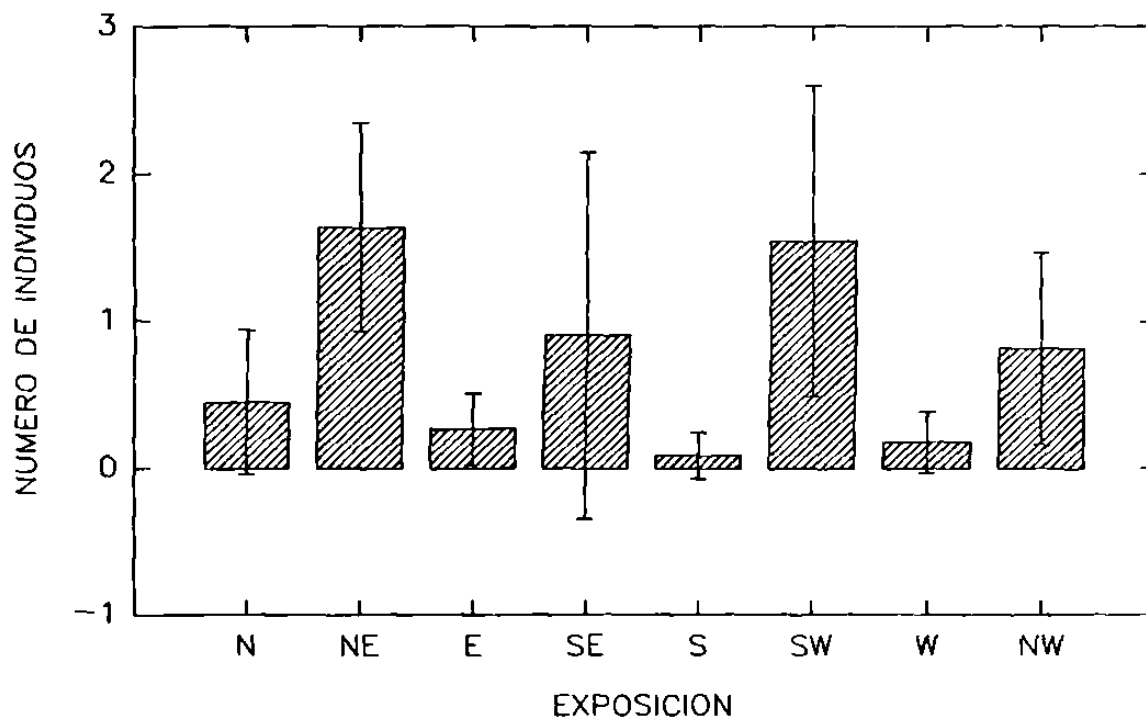


Figura 8. Relación entre el número promedio de individuos de *A. asterias* respecto a su orientación con las plantas asociadas en el área de estudio. Prueba de Scheffé con 0.95 de confiabilidad.

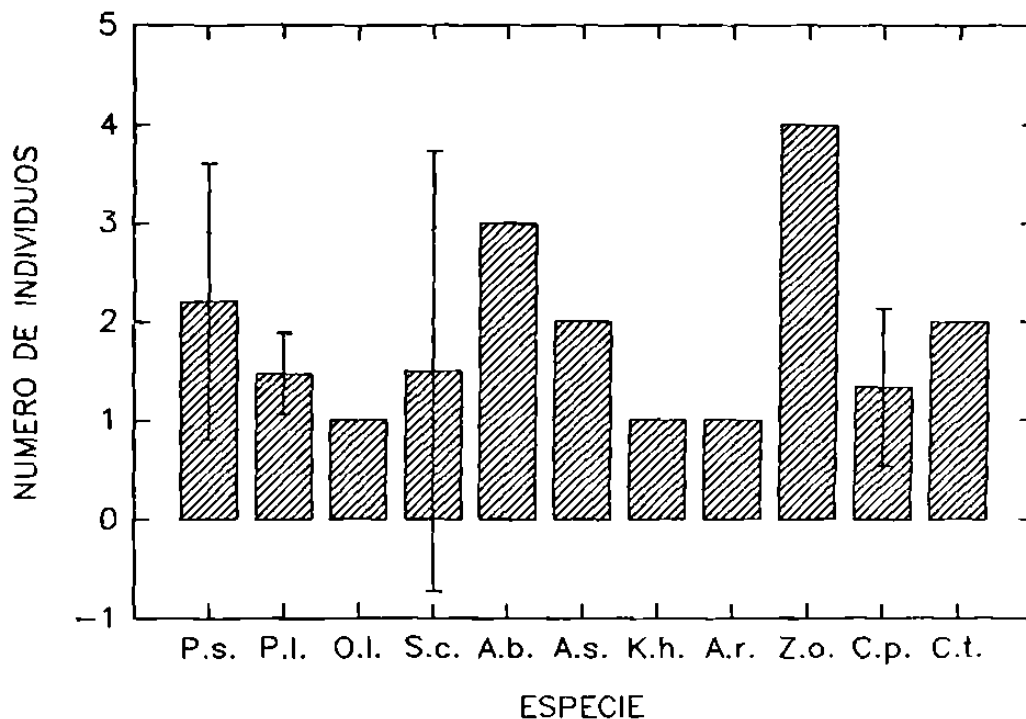


Figura 9. Relación entre el número promedio de individuos de *A. asterias*, respecto a las especies asociadas bajo las que se desarrollan. Prueba de medias de Scheffé con 0.95 de confiabilidad.

Las figuras 8 y 9 corroboran parcialmente la información observada en el análisis de varianza (tablas 6 y 7) explicados anteriormente. La diversidad de especies (11) y el número de orientaciones (8) bajo las cuales crece *A. asterias*, además de sus grandes rangos de variación corroboran que esta especie se encuentra posiblemente ahora bajo un proceso de competencia en lugar de continuar con el nodricismo que posiblemente promovió el establecimiento inicial de la cactácea.

Es interesante notar que en un sólo individuo de la especie *Ziziphus obtusifolia* (Zizobt) se observaron 4 individuos de *A. asterias*. No obstante que existen más individuos de Zizobt no se observaron más individuos de *A. asterias* bajo la cobertura.



Estos últimos individuos de *Zizobt* no fueron incluidos dentro del análisis porque dentro del nodricismo se observó preferencialmente a *A. asterias* y a sus posibles nodrizas. Esto indica que si estos hubieran sido incluidos los intervalos de confianza hubieran sido también muy grandes. Por consiguiente la información de la figura 9 debe de tomarse con reserva.

### 7.3.3. Distribución de *A. asterias* en Relación a la Distancia de las Especies Arbustivo-Arbóreas Asociadas.

Las distancias entre *A. asterias* y los individuos vecinos para las especies encontradas mostraron mucha variación. El análisis de varianza mostró que no existe una distancia consistentemente mayor entre *A. asterias* y los individuos específicos vecinos. Tampoco se observaron distancias consistentemente mayores entre *A. asterias* y las orientaciones de los individuos vecinos. La interacción especie\*orientación tampoco mostró significancia estadística. Nótese que ambas distancias fueron probadas: distancia a la base del fuste así como la distancia a la copa del vecino (tablas 7 y 8).

Tabla 7. Análisis de varianza para la relación de distancias a la base del tallo de las especies vegetales asociadas a *A. asterias*.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	Pr > F
Especie	16	114.4922396	7.1557650	0.17	0.9999
Orientación	7	215.5290630	30.7898661	0.72	0.6522
Esp*Exp	71	565.0987339	7.9591371	0.19	1.0000
Error	496	21110.8626864	42.5622232		
Total	590	22005.9827228			

Tabla 8. Análisis de varianza para la relación de las distancias a la copa de los vecinos más cercanos alrededor de *A. asterias*.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	Pr > F
Especie	16	15.2992141	0.95620078	1.10	0.3502
Orientación	7	3.57508640	0.51072663	0.59	0.7656
Esp*Exp	71	63.61414104	0.89597382	1.03	0.4122
Error	496	430.54738485	0.86803908		
Total	590	513.03582470			

Estadísticamente *A. asterias* no presentó una preferencia a desarrollarse cerca de una especie en particular ni a una orientación específica de alguna especie con su orientación particular. Esta información continúa apoyando los resultados iniciales sobre la falta de nodricismo en el desarrollo actual de *A. asterias*. Considerando lo anterior, la tesis de que *A. asterias* se ve favorecida bajo la sombra porque el microhábitat presenta las condiciones óptimas necesarias para el establecimiento y desarrollo en las etapas tempranas del crecimiento.

#### 7.3.4.- Relación de *A. asterias* con las Especies Vecinas Asociadas Respecto a las Categorías Diamétricas.

El análisis de distribución de frecuencias de diámetros de *A. asterias* y de las especies vecinas se ilustra en las figuras 10 a la 18. Estos resultados permiten inferir sobre el estado de madurez o clases de edades para las diferentes especies vegetales asociadas a ésta. Esta inferencia se basa en la teoría fundamental del manejo forestal sobre la relación implícita entre el diámetro y la edad para muchas especies forestales.

El análisis de la distribución de los diámetros del total de las especies vecinas asociadas a *A. asterias* mostró una forma en "J" invertida, característica de bosques o rodales incoetáneos o irregulares. Es decir el mayor número de diámetros se encuentra en las clases diamétricas menores y conforme aumentan las clases diamétricas, disminuye la proporción de individuos. Esta información pretende dar la noción de que la comunidad vecina es una comunidad joven (figura 10). Nótese que esta gráfica incluye a todas las especies y por lo tanto debe de considerarse que los individuos más jóvenes son generalmente de un especie, mientras que los mayores pertenecen a otra especie diferente. Este es el resultado del pastoreo extensivo, algunas cortas selectivas, cambios sutiles de orden micro y macroclimático, etc.

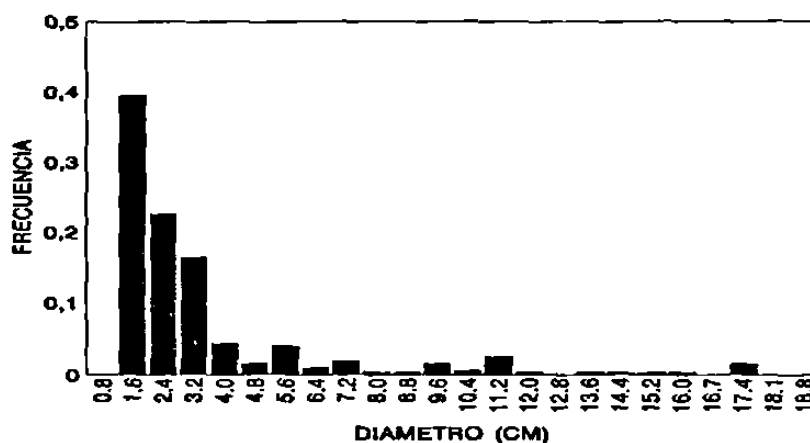


Figura 10. Distribución de frecuencias de los diámetros del total de individuos de las especies vegetales asociadas a *A. asterias* ( $n=25$ ).

La especie *A. asterias* por el contrario mostró una distribución más normalizada que la presentada anteriormente. Es decir, con una tendencia muy

marcada hacia la normalidad y por consiguiente en una etapa un tanto más madura, en términos relativos, que la comunidad vecina donde se desarrolla.

Es importante mencionar que la población de *A. asterias* estudiada ( $n=79$ ) no presentó individuos con categorías diamétricas de la parte distal del tallo menores a 1.4 cm. Lo cual indica que es una población con problemas de continuidad de supervivencia. Es decir, el número de individuos en las clases diamétricas es muy bajo para mantener la estabilidad de la población de *A. asterias* (figura 11.).

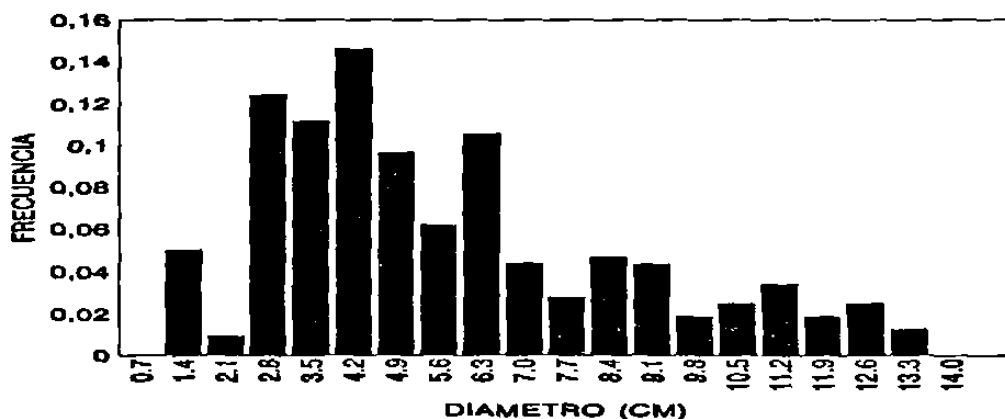


Figura 11. Distribución de frecuencias de los diámetros de la parte distal del tallo de *A. asterias* ( $n= 79$ ).

La especie *Celtis pallida* mostró que la mayor frecuencia de diámetros se presenta en la clase diamétrica 4 (figura 12). Esta distribución de clases diamétricas presenta la tendencia a una distribución normal. Sin embargo, presenta problemas de sobrevivencia ya que no se encuentran individuos con diámetros menores a 1 cm y pocos individuos mayores de 7 cm.

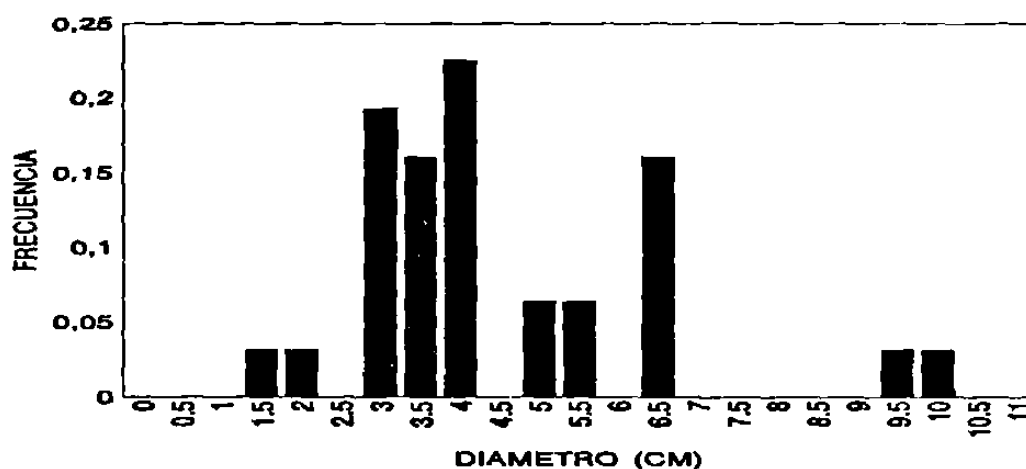


Figura 12. Distribución de frecuencias de los diámetros a los 10 cm del suelo para *Celtis pallida*.

En la especie *Phaulothamnus spinescens* se observó la mayor frecuencia de diámetros en la clase diamétrica de 1 cm, indicando la presencia de una mayor cantidad de individuos jóvenes y muy pocos individuos maduros (figura 13). Sin embargo, el número de individuos es bajo y muestra la ausencia de individuos en ciertas clases diamétricas. Por lo tanto, no presenta una continuidad de frecuencia de diámetros en las diferentes categorías dadas.

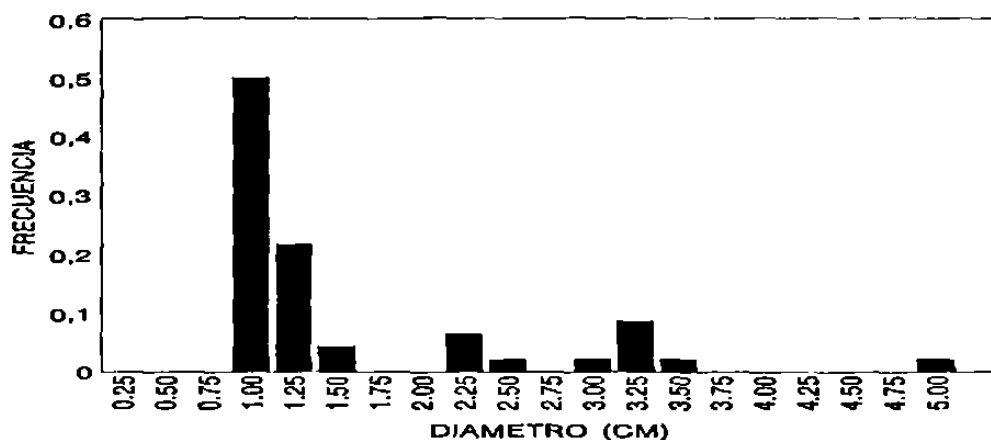


Figura 13. Distribución de frecuencias de los diámetros a los 10 cm del suelo para *Phaulothamnus spinescens*.

La especie *Schaefferia cuneifolia* mostró que la mayor frecuencia se presenta en la clase diamétrica de 1 cm. Sin embargo, el número muestreado es muy bajo, por lo que se debe tener precaución en el uso de la información generada (figura 14). Por lo tanto, presenta una tendencia muy marcada hacia la desaparición, ya que no existen individuos con diámetros menores a un centímetro y por consiguiente denota una población de clases extremadamente disímboles.

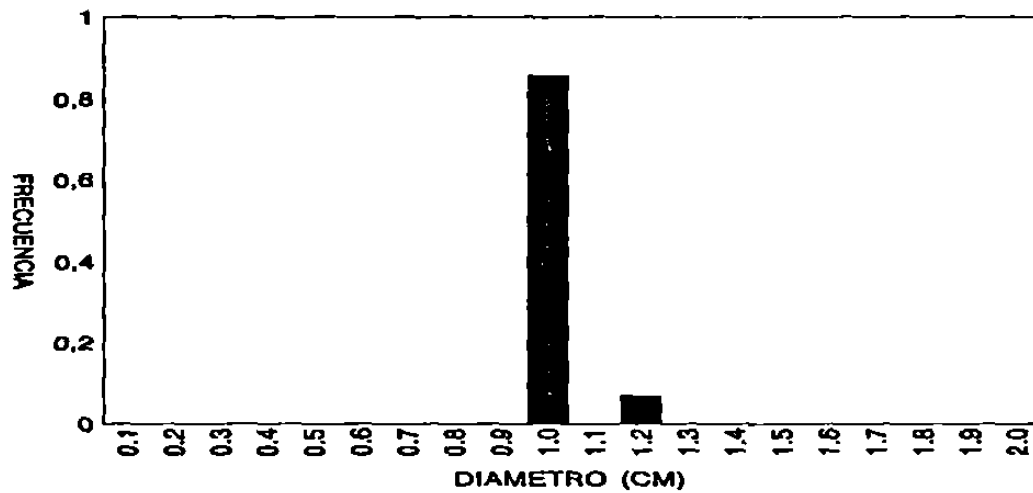


Figura 14. Distribución de frecuencias de los diámetros a los 10 cm del suelo para *Schaefferia cuneifolia*.

La especie *Opuntia leptocaulis* mostró que la mayor frecuencia se presenta en la clase diamétrica de 1.4 cm, disminuyendo conforme aumentan las clases diamétricas, dando la apariencia de una distribución de clases diamétricas en forma de "J" invertida (figura 15).

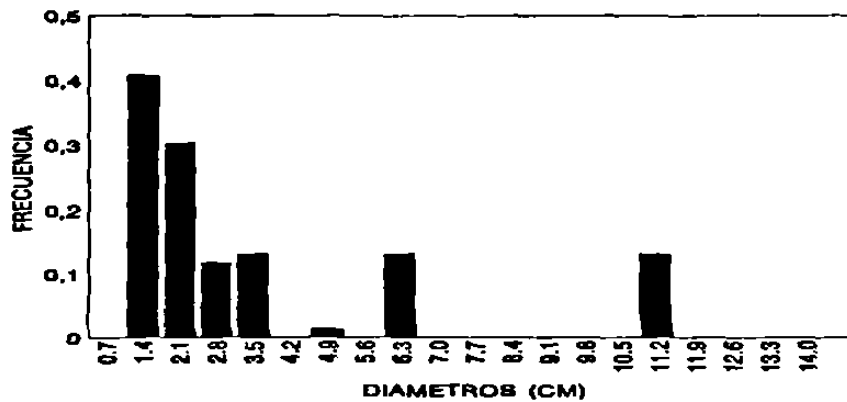


Figura 15. Distribución de frecuencias de los diámetros a los 10 cm del suelo para *Opuntia leptocaulis*.

La especie *Prosopis laevigata* mostró que la mayor frecuencia de individuos se presenta en la clase diamétrica de 0.7 cm. Es importante mencionar que presenta la tendencia hacia una distribución bimodal o de dos fases de crecimiento (figura 16). Esta es otra característica de los disturbios ocasionados por el hombre a través de sus métodos tradicionales de manejo de la cobertura vegetal, aunado a los procesos de sucesión natural. La gráfica muestra que los individuos de la primera porción de la curva bimodal es una población joven, mientras que la segunda parte se refiere a una población de mayor edad.



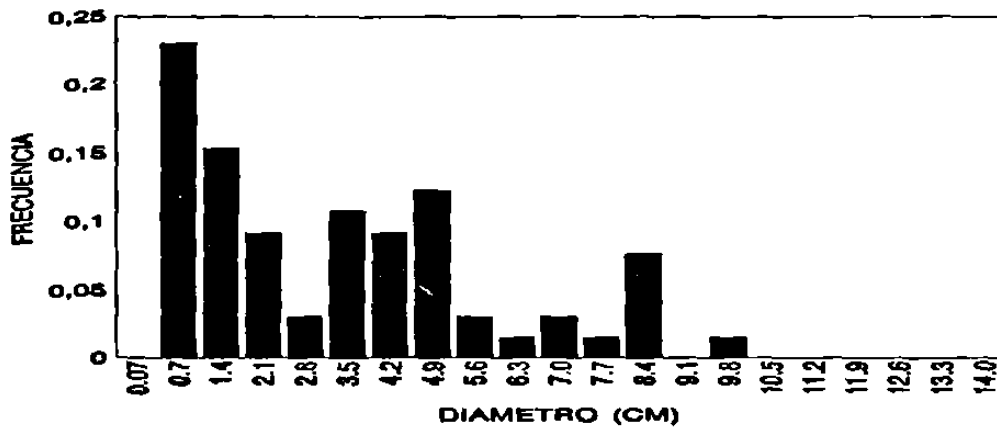


Figura 16. Distribución de frecuencias de los diámetros a los 10 cm del suelo para *Prosopis laevigata*.

La distribución de diámetros para la especie *Ziziphus obtusifolia* presentó una marcada frecuencia en las clases diamétricas de 3 y 5 cm. Sin embargo, no se observan individuos con diámetros menores a 1.5 cm de diámetro, lo cual indica que es una población con problemas de continuidad en su supervivencia. Es decir el número de individuos en las clases diamétricas es muy bajo para continuar la estabilidad de la población (figura 17).

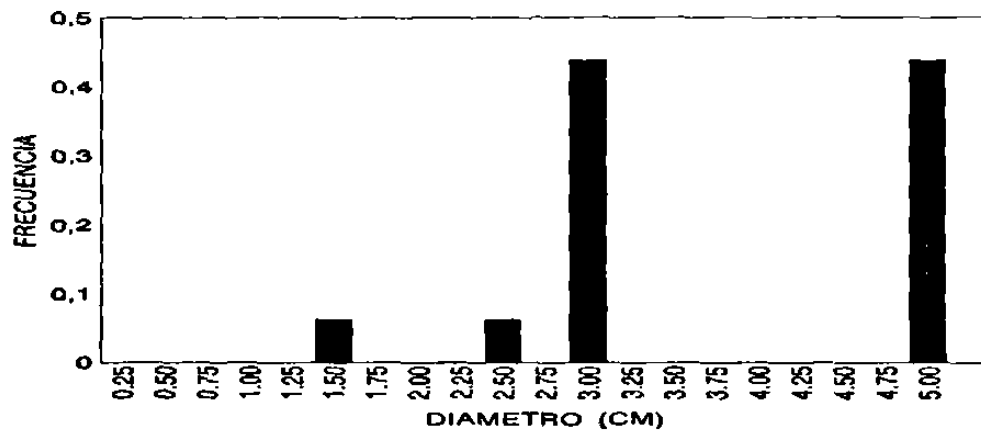


Figura 17. Distribución de frecuencias de los diámetros a los 10 cm del suelo para *Ziziphus obtusifolia*.

La distribución de diámetros para *Acacia* spp. (*A. rigidula*, *A. schaffneri* y *A. farnesiana*) muestra que la mayor frecuencia de diámetros se presenta en la clase diamétrica 2.1 cm (figura 18). Asimismo, no se observan individuos con diámetros menores a 1.4 cm de diámetro, lo cual indica que tiene problemas de continuidad de supervivencia. Sin embargo, presenta la tendencia hacia una población joven.

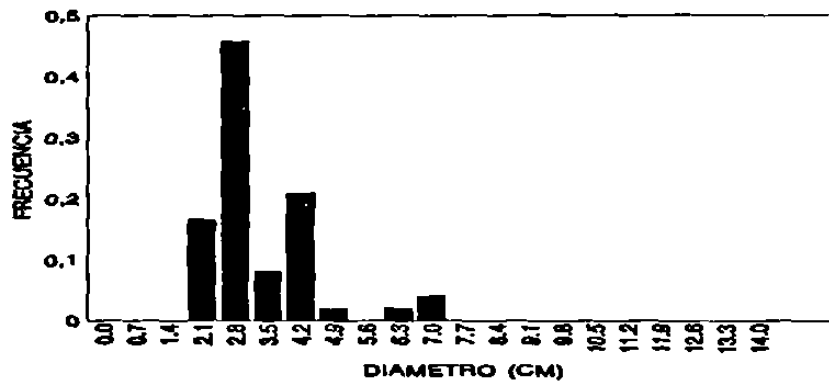


Figura 18. Distribución de frecuencias de los diámetros a los 10 cm del suelo para *Acacia* spp. (*A. farnesiana*, *A. rigidula* y *A. schaffneri*).

Observaciones sobre el análisis de los diámetros promedios de *A. asterias* para cada una de las especies vecinas indicaron que los individuos de *A. asterias* con los diámetros mayores se encontraron en o cerca de *Acacia schaffneri* mientras que los individuos más jóvenes en *Celtis pallida* y *Castela texana* (Figura 19) principalmente. Esta información parece indicar que los individuos mayores de *A. asterias* se asocian más con especies pioneras tales como *A. schaffneri*, mientras que individuos de tallas menores se asocian preferencialmente con *Celtis pallida* y *Castela texana*. Los individuos de tallas intermedias se asocian mejor con *Prosopis laevigata*, *Opuntia lindheimeri*, *Ziziphus obtusifolia*, *Schaefferia cuneifolia*, entre otras.

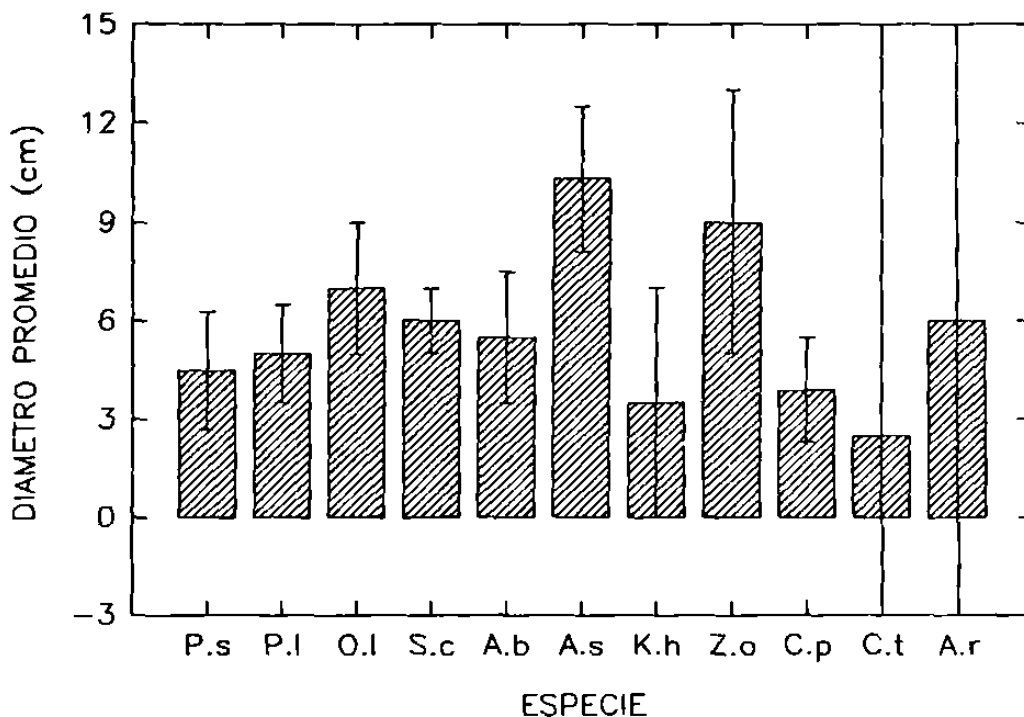


Figura 19. Diámetros promedio e intervalos de confianza (a 0.05) observados en *A. asterias* bajo las especies arbustivas descritas.

Considerando que el área de estudio fue desmontado en el pasado con propósitos pecuarios y suponiendo que el diámetro y la edad están funcionalmente relacionados para *A. asterias* y las especies vecinas encontradas, tal como sucede con especies de coníferas, se plantea la siguiente hipótesis. En el pasado los *A. asterias* más viejos se establecieron preferencialmente bajo la sombra poco después de haberse establecido *Acacia schaffneri* y, posteriormente, en la actualidad, quizás debido al cambio de uso del suelo, las poblaciones estables de vegetación con mayor abundancia de *Acacia schaffneri* se vieron reducidas por el tipo de manejo, por lo que posiblemente *A. asterias* se estableció en otras especies. Sin embargo, observese

en la figura 11 que no se presentan individuos con diámetros menores a 0.8 cm de diámetro. Por lo tanto, el área estudiada se debe dejar recuperar, si es que no, permitir al menos que se desarrolle *Acacia schaffneri* para comprobar dicha hipótesis.

#### 7.4.- Fenología Reproductiva de *A. asterias*.

Los resultados de fenología reproductiva de *A. asterias* se presentan en la figura 20 en la cual se ilustran las fechas de muestreo con relación a la aparición de las diferentes estructuras reproductivas de *A. asterias*.

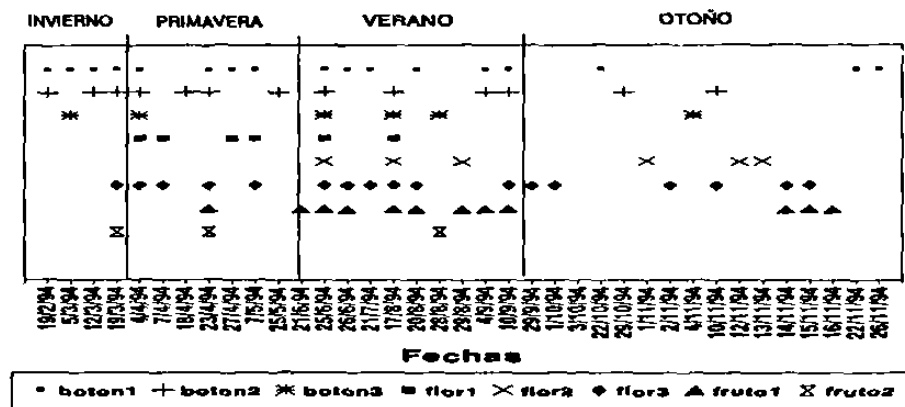


Figura 20. Fenología reproductiva de *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem. en la zona de estudio, durante el período febrero-noviembre de 1994.

La figura de la fenología de *A. asterias* indica que la aparición de botones pequeños se presentó a lo largo del año y conforme avanzó su desarrollo hacia botón grande se redujo el número de los mismos por efecto de la depredación, principalmente por la tortuga *Gopherus berlandieri*. Si se observa para el caso de las flores secas (Flor 3) no todas se desarrollaron a frutos inmaduros (fruto 1) y maduros (fruto 2), por lo que también se redujo el número de esta estructura y por consiguiente la última fase del ciclo reproductivo, representado por el fruto.

De acuerdo a lo observado en la presente investigación, se establece que la especie *A. asterias* floreció y fructificó todo el año, frecuentemente después de un evento de precipitación, sobre todo en las lluvias de verano, con temperaturas por arriba de los 25°C. Este proceso ocurrió en un período muy corto. Cabe mencionar que de los 79 individuos muestreados de *A. asterias*, sólo 40 (50.6) desarrollaron las estructuras florales.

El análisis fenológico mostró que el patrón reproductivo de *A. asterias* exhibe diferentes etapas de floración y fructificación, presentando éstas etapas simultáneamente.

### **7.5.- Polinización, Germinación y Dispersión**

De acuerdo a lo observado en el campo, el insecto *Acmaeodera* sp. (Buprestidae) es un probable agente polinizador de *A. asterias*; siendo ésta la única especie registrada, alimentándose del polen de *A. asterias*.

La prueba de germinación de *A. asterias* se realizó con 40 semillas colectadas en el campo, siendo estas las únicas sobrevivientes de la depredación que provoca la tortuga *Gopherus berlandieri*, principal depredador de *A. asterias* en la zona de estudio.

La germinación de semillas maduras no escarificadas en condiciones de laboratorio resultó ser baja con un total del 20 %. Es decir 8 semillas de un total de 40. Siendo a los 4 días el inicio y a los 13 días el último día de germinación (figura 21).

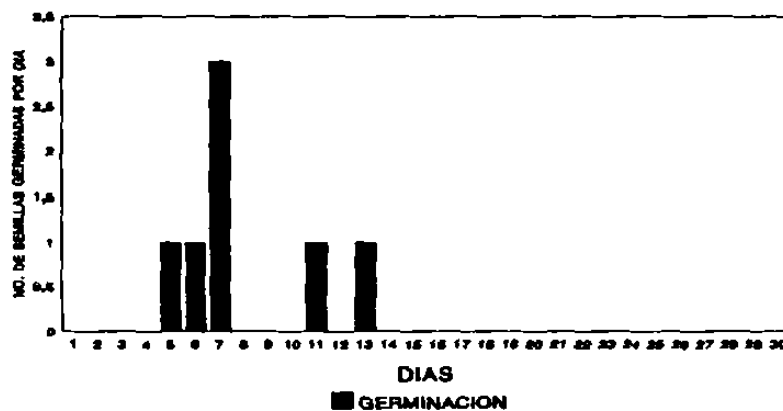


Figura 21. Prueba de germinación de semillas maduras no escarificadas de *A. asterias* bajo condiciones de laboratorio (temp. de 27 a 31 °C).

De acuerdo a las observaciones realizadas en campo, se detectó que la dispersión de semillas de *A. asterias* es mirmecófila (por hormigas del género *Atta*), herpetófila (por la tortuga *Gopherus berlandieri*) y anemófila.

La tortuga *Gopherus berlandieri*, los roedores, las hormigas y algunas aves limitan indirectamente el desarrollo y el establecimiento de *A. asterias*, al consumir alguna estructura reproductiva (flor o fruto), destruyendo parte de las semillas.

La transformación del matorral hacia un mejor aprovechamiento del suelo, ya sea agrícola, ganadero y/o agroforestal en el área estudiada, esta contribuyendo a la disminución de las áreas de distribución de *A. asterias*. Con respecto a lo anterior, se reafirma que la especie *A. asterias* debe permanecer en la categoría de en peligro de extinción.



## 8. DISCUSION

La especie *A. asterias* es un importante recurso forestal no maderable que se utiliza como una planta medicinal o farmacológica a la par de que es considerada una planta con potencial ornamental y por ende, fuente potencial de recursos económicos.

El análisis de las comunidades vegetales puede realizarse según las necesidades puramente prácticas de la silvicultura o siguiendo las directrices más teóricas de la sociología vegetal (Braun-Blanquet, 1945).

En base a lo anterior, se consideró el método del inventario botánico propuesto por Villalón (1989) por ser sencillo de ejecutar y por la funcionalidad que éste presenta en la obtención de información.

La estructura de la vegetación hace referencia a la forma de agrupación de las especies y a su relación fitosociológica dentro del ecosistema, respecto a sus formas de vida (Braun-Blanquet, 1979). Según Kershaw (1964, cit. por Alanís *et al.*, 1992) la estructura está dada por: la estratificación o arreglo vertical de las plantas, la disposición horizontal (distribución espacial) y por la abundancia de cada especie. La información cuantitativa de abundancia, dominancia y frecuencia, recabada en el campo para la caracterización fitosociológica de los tipos de vegetación, permite presentar inventarios gráficos. El área muestreada puede considerarse pequeña (0.303 ha.) si se pretende hacer extrapolaciones a otros sitios donde se distribuya *A. asterias*; por lo que se establece que se debe estudiar esta especie en otras áreas para comprobar con mayor exactitud su dinámica poblacional.

Briones (1992) menciona que la estructura de las comunidades vegetales es el resultado de una gran variedad de procesos y, para evaluar la fuerza o el grado relativo con que la competencia determina la estructuración de las comunidades, es necesario conocer la importancia de otros factores biológicos; tales como la herbivoría y los de facilitación entre las especies, y los factores determinados por el clima y la geomorfología, en una matriz compleja de interacciones entre ellos.

Con el estudio del análisis de la cobertura se contribuyó a determinar la estructura de la comunidad vegetal. Esto coincide con lo dicho por Braun-Blanquet (1945); ya que menciona en su trabajo los caracteres analíticos donde incluye a la cobertura como una característica estructural de la comunidad vegetal.

La información de cobertura es muy abundante y fácil de obtener con el método propuesto, ya que permitió determinar los porcentajes para diferentes parámetros; con lo cual tenemos un panorama de la arquitectura de la fitocenosis con respecto a sus diferentes estratos.

La cobertura vegetal de los estratos arbóreo y arbustivo juegan probablemente, un papel muy importante en el establecimiento y desarrollo de *A. asterias*, al modificar el ambiente bajo la sombra de éstas especies vegetales.

El estudio de la estructura a través de la relación interespecífica e intraespecífica de los elementos de la comunidad es un tema muy importante para conocer la interacción que puede guardar la nodriza (especie vegetal arbórea o arbustiva) y la especie nodrizada (*A. asterias*). Esto coincide con lo establecido por Valiente-Banuet (1991), quien menciona que la característica de la estructura de las

comunidades es una relación positiva importante, ya que el efecto de las plantas nodrizas favorece el establecimiento de especies particulares.

El análisis estadístico realizado para determinar la relación del área abierta y del área con cubierta vegetal, indicó que existe más cobertura (80%) en el área de estudio y una preferencia de *A. asterias* a establecerse bajo tal cobertura. Lo anterior comprueba lo dicho por Franco *et al.* (1988, 1989), ya que mencionan que los renuevos de suculentas del desierto frecuentemente ocurren en microhábitats protegidos, proveídos bajo el dosel de otras especies perennes, las que son referidas como plantas nodrizas.

Esto conduce a determinar que se presenta una interacción positiva con la proyección de la sombra sobre los individuos que se establecen bajo la cobertura. Esto es preferentemente porque bajo el dosel, la temperatura del suelo es menor que en el espacio abierto y la evapotranspiración se ve reducida por la cobertura de la nodriza al disminuir el paso de la radiación. Lo anterior se confirma con los resultados de Flores *et al.* (1994).

Basado en lo anterior, Franco *et al.* (1988, 1989) mencionan que la sombra de las plantas nodrizas, pueden proteger los renuevos del saguaro *Carnegiea gigantea*, de las temperaturas extremas y con ello se incrementa la sobrevivencia de los renuevos; extendiendo los límites de su distribución. Asimismo, se reduce la temperatura de la superficie del suelo; la cual puede exceder los 70°C, siendo posiblemente letales para la mayoría de las suculentas de los desiertos.

A través de las observaciones de campo y del análisis estadístico prueba de "t" se determinó que *A. asterias* prefiere establecerse, en términos generales, bajo la

sombra; sin mostrar preferencia por ninguna especie vegetal. El establecimiento de cactáceas se presenta bajo las coberturas de los arbustos. Conocido como fenómeno de asociación planta-nodrizas; por lo que, plántulas de diferentes especies se establecen bajo el dosel de árboles y arbustos perennes -plantas nodrizas- (Valiente-Banuet, 1991).

Respecto al análisis estadístico donde se relaciona la orientación con el número promedio de individuos de *A. asterias* refuta lo encontrado en el análisis de varianza (cuadro 11). Esto se debe a que el CME (cuadrado medio del error) o la varianza de algunas orientaciones es mucho mayor, mientras en otras, ésta es muy pequeña, por lo que existe una marcada dispersión de los datos.

*A. asterias* no mostró estadísticamente preferencia por una nodriza en particular, ni por una nodriza que se encuentre a una distancia determinada, ni a una orientación en particular para su establecimiento (figura 9). Por lo tanto, se puede establecer que la interacción entre especies particulares no es un factor importante para el desarrollo de *A. asterias*. Sin embargo, esta cactácea requiere de estar bajo el dosel para que le proporcione las condiciones microambientales óptimas para su establecimiento y desarrollo; así como para obtener, probablemente, protección contra depredadores.

Martínez (1991) considera que bajo el dosel de árboles y arbustos el microambiente es diferente desde el centro de éstos, hasta los espacios abiertos, afirmando que varía la humedad, la radiación solar y el contenido de nutrientes.

Valiente-Banuet *et al.* (1991) consideran como una de las fases más críticas del ciclo de vida, el establecimiento de nuevos individuos bajo condiciones de

campo. Este proceso, en zonas áridas generalmente ocurre bajo condiciones impredecibles de precipitación, con altas temperaturas y bajo contenido de agua.

Franco *et al.* (1988) mencionan que los niveles de nitrógeno son más altos alrededor de árboles y arbustos de los desiertos, lo que puede aumentar la asociación con los renuevos. Probablemente éste sea un factor importante, por lo que a *A. asterias* se le encuentra más bajo la cobertura vegetal que en espacios abiertos.

En este sentido, se ha señalado que el conocimiento de la dinámica del establecimiento y crecimiento de los individuos juveniles es importante para el entendimiento de la dinámica poblacional y de la comunidad (Valiente-Banuet *et al.* (1991).

El estudio de las clases diamétricas de la especie *A. asterias* y de las especies vegetales arbóreas y arbustivas, permite inferir sobre la condición de sus poblaciones, asumiendo que el diámetro es una función directamente proporcional a la edad.

El análisis de la distribución de frecuencias de los diámetros de las especies vecinas asociadas a *A. asterias* presentó una forma en "J" invertida. Sin embargo, en forma individual la mayoría de las especies presentan problemas de supervivencia, excepto *Prosopis laevigata* que presenta la tendencia hacia dos fases de crecimiento, lo que conduce a pensar que sea por el tipo de manejo que el hombre da al matorral. *A. asterias* mostró una distribución de diámetros con una tendencia más normalizada. Sin embargo, al igual que las especies vegetales asociadas, *A. asterias* es una especie con una estructura poblacional con sesgo en ciertas categorías de edades avanzadas.

El análisis de los diámetros promedio de *A. asterias* para cada una de las especies vegetales asociadas (nodrizas) indicó que los individuos de *A. asterias* con los diámetros mayores, y consecuentemente de mayor edad, se encontraron en o cerca de *Acacia schaffneri* mientras que los individuos más jóvenes en *Celtis pallida* y *Castela texana* principalmente. Lo que parece indicar que los individuos mayores de *A. asterias* se asocian probablemente, más con especies pioneras tales como *Acacia schaffneri* y los de tallas menores a *Celtis pallida* y *Castela texana*. Los individuos de tallas intermedias se asocian probablemente, mejor con *Prosopis laevigata*.

La germinación, en condiciones de laboratorio, resultó tener un porcentaje muy bajo (20%); aunque el inicio de la misma fue a los cuatro días de haber sido sembradas. La velocidad de germinación inició tempranamente (4 días). Cabe mencionar que para determinar el porcentaje y velocidad de germinación se requiere de más pruebas para tener mayor certeza de los parámetros considerados.

Las observaciones realizadas para registrar la fenología reproductiva de *A. asterias* mostró que en épocas de lluvias, mostró el marcado apisonamiento y hundimiento generado por el ganado bovino; lo que origina que algunas plantas de falso peyote sean dañadas e incluso arrancadas de su lugar por el paso de estos animales; lo que puede traer como consecuencia la muerte de éstas. Lo anterior también propicia una baja dispersión de las semillas y por consecuencia se afecte la germinación para el restablecimiento de *A. asterias* en lugares abiertos, permitiendo que el crecimiento sea únicamente al abrigo de algunas especies del matorral como es el caso de *Prosopis laevigata*, *Phaulothamnus spinescens* y *Ziziphus obtusifolia* entre otras.

Respecto a la dispersión de las semillas se puede mencionar que para *A. asterias* la etapa más crítica en su ciclo de vida son las de semilla y plantula, ya que el sobrepastoreo provoca el apisonamiento del suelo, haciendo más difícil su establecimiento y sobrevivencia. Aunado a lo anterior, el saqueo indiscriminado de estas plantas contribuye a la reducción de su densidad y por consiguiente de su distribución.

Dentro de los elementos naturales, la tortuga terrestre *Gopherus berlandieri* y los roedores probablemente influyen en la distribución y sobrevivencia de la especie *A. asterias*, ya que consumen las flores y los frutos, lo que conduce a que no se lleve a cabo la fructificación y por consiguiente no existan semillas disponibles, mermando la propagación y dispersión de la especie.

En términos generales la tortuga *Gopherus berlandieri* y los roedores consumen los tépalos que fungen como estructuras protectoras de los órganos reproductivos de *A. asterias*.

Por último, se debe destacar que las actividades antropogénicas que se desarrollan en el área de matorral, han conducido al deterioro del mismo, al transformarlo en áreas de cultivo o áreas de agostadero. Esto ha ocasionado la reducción de la distribución de esta cactácea, aunado a que su distribución se localiza en áreas ganaderas con sistemas de manejo mal planificados; lo que ha contribuido a que *A. asterias* se ubique en la categoría de en peligro de extinción, como la registra Malda (1990) para Tamaulipas.

La razón de estas transformaciones se debe a la falta de un manejo adecuado del recurso matorral en la región y de la aplicación de planes adecuados bajo un

esquema silvoagropecuario, compatible con la conservación del recurso, sin tener que causar una explotación del mismo (Reyes, 1989).



## 9. CONCLUSIONES

A través del inventario botánico se obtuvo información florística y de la estructura de la fitocenosis a través de la abundancia, dominancia, valor de inferencia botánica y frecuencia de cada una de las especies registradas.

Estos parámetros indican que *Opuntia leptocaulis* fue la especie más abundante (46.9%). La especie de mayor dominancia fue *Prosopis laevigata* (24.1%), así como la de mayor frecuencia (66.7%).

Aunado a lo anterior, se añade que posiblemente la mayor abundancia de *Opuntia leptocaulis* se debe a que tiene una propagación hasta cierto punto agresiva ya que su reproducción, además de ser por semilla, también es en forma vegetativa, por tallos que se desprenden de la planta, y éstos, al caer son fácilmente dispersados por animales al adherirse a su piel por las espinas que presenta. Esta cactácea puede establecerse tanto en espacios abiertos como bajo el dosel de arbustos o árboles. No obstante, a través de las observaciones hechas en campo y del análisis estadístico se determinó que *A. asterias* se establece principalmente bajo la sombra de la cubierta vegetal.

La frecuencia representó la expresión del porcentaje de una muestra de terreno en la cual la especie ocurre (Oosting, 1953). Asimismo puede considerarse como una expresión aproximada de la homogeneidad.

Con los valores de abundancia y dominancia se obtuvo el valor de inferencia botánica para las especies involucradas, resultando de mayor inferencia en la

fitocenosis, en orden de importancia *Opuntia leptocaulis*, *Prosopis laevigata* y *Acacia rigidula* con 32.5%, 24.2% y 20.7%, respectivamente.

Con el transecto a pasos modificado se elaboró un análisis de la cobertura del matorral; concluyéndose que el estrato medio total (1.5 a 3 m) presentó el mayor porcentaje de cobertura (57.5%) en comparación con los otros parámetros combinados.

De la misma manera, se puede concluir que el área del matorral donde se realizó el estudio, tiene una cubierta de vegetación de un 80% y un suelo con materia orgánica de un 30%; este último, fue el sitio donde se encontró *A. asterias*.

Respecto a la preferencia de *A. asterias* para establecerse bajo alguna especie particular al realizar un análisis entre las especie vegetales asociadas, se comprobó que no existió diferencia significativa. Asimismo, al realizar las comparaciones entre especies y orientaciones no se encontraron diferencias estadísticas significativas. En cuanto a la interacción, no presentó una consistencia por una especie con una orientación en particular. Por lo que se concluyó que *A. asterias* se establece bajo la sombra de las especies vegetales pero estadísticamente no se asocia a ninguna especie arbórea o arbustiva ni a una orientación en particular.

La especie *A. asterias* no mostró preferencia por una nodriza en particular, ni por una especie vegetal que se encuentre a una distancia determinada, ya sea a la base del tallo o a la copa, ni a una orientación en particular de una especie vegetal con respecto a *A. asterias* para su establecimiento.

Se puede considerar que la interacción entre especies particulares no es un factor importante para el desarrollo de *A. asterias*. Sin embargo, requiere de estar bajo el dosel para que le proporcione las condiciones físicas necesarias para su establecimiento y desarrollo.

El análisis de las clases diamétricas de *A. asterias* indican que la población es aparentemente madura. Se puede mencionar que en apariencia la población de *A. asterias* presenta individuos de un amplio rango de edades y clases diamétricas. Sin embargo, se debe tener precaución al utilizar tal información ya que la tendencia de la especie indica que no presenta individuos menores a 1.4 cm de diámetro, existiendo problemas de supervivencia, por lo que posiblemente la especie puede permanecer en la categoría de en peligro de extinción.

Asimismo, con la distribución de categorías diamétricas para la zona estudiada se infiere que es una fitocenosis relativamente joven. Sin embargo, individualmente las especies vegetales asociadas a *A. asterias* mostraron poblaciones con estructuras de edades dominadas por individuos de sólo algunas categorías diamétricas.

Con el análisis de los diámetros promedios de los individuos de *A. asterias* para cada una de las especies vegetales asociadas, se concluyó que probablemente, los individuos con diámetros menores se encuentran en *Acacia schaffneri*; los mayores en *Castela texana* y *Celtis pallida* y los intermedios en *Prosopis laevigata*, *Opuntia lindheimeri* y *Ziziphus obtusifolia*.

Con base en las observaciones fenológicas realizadas, se deduce que las diferentes etapas fenológicas se presentaron a lo largo de todo el año. Sin embargo, se presenta depredación principalmente por la tortuga *Gopherus berlandieri*, por lo

que en la expresión final de la fase de fruto, es notorio la reducción en el número de los mismos.

La aparición de botones pequeños se presentan a lo largo del año y conforme avanza su desarrollo hacia botón grande se va reduciendo el número de los mismos por efecto de la depredación. Si se observa para el caso de las flores secas (flor 3), no todas se desarrollaron a frutos inmaduros (fruto 1) y maduros (fruto 2), por lo que también se vió reducido el número de esta estructura y por consiguiente, la última fase del ciclo reproductivo, representada por el fruto, se vió reducida marcadamente.

De acuerdo a lo observado en la presente investigación, se estableció que la especie *A. asterias* florece y fructifica todo el año, intensificándose después de un evento de precipitación, sobre todo en las lluvias de verano, con temperaturas por arriba de los 25°C. Este proceso ocurre en un período muy corto. Cabe mencionar que de los 79 individuos muestreados de *A. asterias*, sólo 40 desarrollaron las estructuras florales.

El análisis mostró que el patrón reproductivo de *A. asterias* durante las diferentes etapas de floración y fructificación se presentaron simultáneamente tanto en la población como en un individuo en particular.

De acuerdo a lo observado en el campo, el insecto *Acmaeodera* sp. (Buprestidae) es un probable agente polinizador de *A. asterias*; siendo ésta la única especie registrada, alimentándose del polen de *A. asterias*.

De acuerdo a las observaciones realizadas en campo, se detectó que la dispersión de semillas de *A. asterias* es mirmecófila (por hormigas del género *Atta*), herpetófila (por la tortuga *Gopherus berlandieri*) y anemófila (por el viento).

La prueba de germinación de *A. asterias* se realizó con 40 semillas maduras colectadas en el campo, siendo estas las únicas sobrevivientes de la depredación que provoca la tortuga *Gopherus berlandieri*, probablemente, principal depredador.

La germinación resultó ser baja con un total del 20%, alcanzando este valor en un período de 13 días; siendo a los 4 días el inicio de la germinación y a los 7 días la máxima germinación con 3 individuos.

Los elementos naturales y antropogénicos han limitado el establecimiento de *A. asterias*, por lo que se concluye que tanto la tortuga *Gopherus berlandieri* y otros animales, así como diversas labores agrosilvopastoriles realizadas en la región, han limitado indirectamente el desarrollo y establecimiento de *A. asterias*.

## 10. RECOMENDACIONES

Tomando en consideración el presente estudio, se deben establecer estrategias de manejo del matorral tendientes a un mejor aprovechamiento desde un punto de vista racional y sostenido de sus recursos, que conlleve a una preservación eficiente de las cactáceas y en particular de *A. asterias*.

Las estrategias de manejo que se recomiendan a continuación para garantizar el desarrollo sostenible en las áreas donde se distribuye *A. asterias*, pretenden una preservación más eficiente de la especie en estudio.

- Determinar el número de días de pastoreo sobre todo en las áreas donde se localice la especie en estudio.

- No establecer el pastoreo en épocas de lluvias, ya que esto provoca daños irreversibles a *A. asterias* al ser pisadas o arrancadas de su lugar de establecimiento. Asimismo, el equilibrio ecológico se ha visto alterado por el cambio de uso del suelo.

- En términos generales se deben regular las técnicas de manejo y aprovechamiento, basándose en la productividad y fragilidad del tipo de matorral involucrado. Lo anterior basado en lo establecido por las normas técnicas ecológicas correspondientes.

- Se recomienda coordinar y cooperar con los ganaderos y otros usuarios del recurso para que a través de metodologías adecuadas aumenten la producción y contribuyan a la preservación de la especie *A. asterias*.

- Es indispensable conservar el germoplasma *in situ* y *ex situ* de la especie en cuestión para asegurar su preservación.

- Debe generarse información relacionada con la propagación y dispersión de *A. asterias*.

- Es menester impulsar la investigación y conservación de *A. asterias*.

- Deben realizarse campañas de protección tendientes a la preservación de la especie.

- Se sugiere realizar observaciones más precisas para determinar el espectro de agentes polinizadores de *A. asterias*.

- Se requiere realizar estudios que conduzcan al mejor conocimiento de la dinámica del establecimiento y crecimiento de los individuos juveniles de *A. asterias*, lo cual es importante para el entendimiento de la dinámica poblacional y de la comunidad.

- Es imperativo detener el saqueo del material genético de la especie *A. asterias* que pone en riesgo su sobrevivencia.

- Preservar áreas de distribución de la especie en estudio y seleccionar y aislar áreas similares a la de su distribución para desarrollar estudios de reintroducción.

- Para determinar el efecto de nodricismo se debe recabar mayor información de los muestreos para tener la seguridad de que a través del análisis estadístico de los valores medibles haya una mayor certeza en determinar dicho fenómeno.

- Por último, es importante que este tipo de estudios tengan continuidad y que se generen nuevos trabajos que contribuyan al conocimiento de este tipo de relación mutualística.



## 11. BIBLIOGRAFIA

- Alanís, G., Rocha, L. & Marroquín, J. 1991. Plantas vulnerables y en peligro de extinción del Jardín Botánico "Efraim Hernández Xolocotzi". Memorias de la 4ª Reunión de Jardines Botánicos. Jardín Botánico Exterior, UNAM. 5 pp.
- Alanís, G. 1992. Cactáceas en peligro de extinción, amenazadas o raras para el noreste de México. Presentado en la 5ª Reunión Nacional de Jardines Botánicos, Xalapa, Ver.
- Braun-Blanquet, J. 1945. Plant Sociology. Second impression. McGraw-Hill. 445 pp.
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Vol. I. 743 pp.
- Bravo-Hollis, H. & Sánchez, H. 1992. Las cactáceas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Vol. II. 404 pp.
- Briones, O. 1992. Competencia en plantas desérticas: inferencias del patrón de distribución y evidencias experimentales de los efectos de la competencia en tres formas de vida del Desierto Chihuahuense. Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Ecología, México.
- Cantú, J. 1990. Manejo de pastizales. Departamento de Producción animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. 290 pp.

- Carr, B., Noreen, D. & Linsay, M. 1993. Endangered threatened and Watch List of Texas Plants. Texas Organization for Endangered Species "TOES". Third Revision. No. 9. 32 pp.
- Cody, M. 1993. Do Cholla Cacti (*Opuntia spp.*, Subgenus *Cylindropuntia*) use or need nurse plants in the Mojave Desert. *J. Arid Environ.* 24:139-154.
- Devore, J. 1987. Probability and Statistics for Engineering and the Sciences. Second edition. Brooks/Cole. USA. 672 pp.
- Evans, D. & Thomas, J. 1981. Water in desert ecosystems. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. US/IBP Synthesis. series 11. 280 pp.
- Flores, A., Ezcurra, E. & Sánchez, S. 1994. Effect of *Neobuxbaumia tetetzo* on growth and fecundity of its nurse plant *Mimosa luisana*. *J. Ecol.* No. 82. 325-330
- Fowler, N. 1986. The role of competition in plant communities in arid and semiarid regions. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* Vol. 17. 89-110 pp.
- Franco, A. & Novel, P. 1988. Interactions between Seedling of *Agave deserti* and the nurse plant *Hilaria rigida*. *Ecology.* 69 (6) 1731-1740 pp.
- Franco, A. & Novel, P. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *J. Ecol.* 77: 870-886.

- Franco, J., Cruz, G., Cruz, A., Rocha, A., Navarrete, N., Flores, G., Kato, K., Sánchez, S., Abarca, L. & Bedia, C. 1991. Manual de Ecología. Primera Reimpresión. Editorial Trillas. 266 pp.
- Heiseke, R. & Foroughbakhch, R. 1985. El matorral como recurso forestal. Reporte científico No. 1. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. 31 pp.
- Hernández, H. & Godínez, A. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. Acta Botánica Mexicana, 26:33-52 pp.
- Howe, H. & Westley, L. 1988. *Ecological and Relationships of Plants and Animals*. Oxford University Press, New York. 273 pp.
- IUCN. 1983. Rare, Threatened and insufficiently Know endemic cacti of Mexico. Botanic Gardens Conservation Coordinating Body. Threatened Plants Unit. Threatened Plants Committe. 9 pp.
- IUCN. 1985. Rare and threatened plants of central America. 37 pp.
- Little, T., Hills, J. 1983. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Cuarta Reimpresión. Editorial Trillas. 270 pp.
- Malda, G. 1990. Plantas vasculares raras, amenazadas y en peligro de extinción en Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. BIOTAM 2 (2): 55-61

- Martínez, J. 1991. Monitoreo Demográfico de dos especies de Cactáceas en peligro de extinción en Tamaulipas. Tesis de licenciatura. Inédita. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. 61 PP.
- Martínez, J., Suzan, H. & Salazar, C. 1994. Aspectos ecológicos y demográficos de *Neolloydia pseudopectinata* (Backeberg) E. F. Anderson. Cact. Suc. Mex. XXXIX (2): 27-32.
- McAuliffe, J. R. 1986. Herbivore-limited establishment of a Sonoran Desert tree, *Cercidium microphyllum*. Ecology. 67(1) 276-280.
- Miranda, F. & Hernández, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Mex. 28: 29-179.
- Moreno P., López, L. & Arce, L. 1992. Aspectos sobre las semillas y su germinación de *Echinomastus mariposensis* Hester. Cact. Suc. Méx. XXXVII (1): 21- 23.
- Návar, J. 1994. Apuntes de Experimentación Forestal: Estadísticas Descriptivas. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. División de Postgrado. 17-24 pp.
- Oosting, H. 1953. The study of Plant Communities. W. H. Freeman and Company, San Francisco, California. 389 pp.
- Parra, I. 1991. Aspectos ecológicos y morfométricos del Sahuaro, *Carnegiea gigantea* (Eng) Britton y Rose (Cactaceae) en tres localidades ubicadas en el municipio de Hermosillo, Sonora, México. Tesis licenciatura. Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. 102 pp.

- Reyes, G. 1989. Comparación de métodos indirectos para estimar la biomasa forrajera de diez especies arbustivas y arbóreas en un matorral de la región de Linares, N. L. Tesis licenciatura Inedita. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. 54 pp.
- Rzedowski, J. & Equihua, M. 1977. Atlas cultural de México "Flora". SEP. INAH. Planeta. Primera edición. 222 pp.
- SPP. 1983. Síntesis geográfica de Tamaulipas. INEGI. 158 pp. Tamez, A. 1994. Valor nutricional de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus miquihuanensis*) y del ganado bovino en Villagrán, Tamaulipas. Tesis de licenciatura. Inédita. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. 77 pp.
- Valiente-Banuet, A. 1991. Dinámica del establecimiento de cactáceas: patrones generales y consecuencias de los procesos de facilitación por plantas nodriza en desiertos. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Ecología, México.
- Valiente-Banuet, A., Bolongaro, A., Briones, O., Ezcurra, E., Rosas, M., Nuñez, H., Barnard, G. & Vasquez, E. 1991. Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environment in Central México. J. Veg.Sci. 2: 15-20.
- Valiente-Banuet, A. & Ezcurra, E. 1991. Shade as cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, México. J. Ecol. 79: 961-971.

- Valiente-Banuet, A., Vite, F. & Zavala, J. 1991. Interaction between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* 24 and the nurse shrub *Mimosa luisana*. *J. Veg. Sci.* 2: 11-14.
- Valiente-Banuet, A. 1994. Primer Curso sobre Métodos y Técnicas de Monitoreo y Evaluación de Cactáceas y Suculentas. Celebrado del 21 de febrero al 4 de marzo en el Instituto de Ecología y Alimentos, U.A.T. Ciudad Victoria, Tamaulipas. 14 pp.
- Vargas, M. 1985. Fenología reproductiva, distribución de tallas y su influencia en la producción de flores, frutos y semillas en una población de *Echinocereus stramineus* (Engel.) Rumpler, en el ejido Los Fierros", municipio de García, Nuevo León. Tesis. Inedita. Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. 58 pp.
- Villa, A. 1980. Los desiertos de México. Presentado en el Evento Internacional: Inventarios de recursos de zonas áridas. Celebrado en la Paz, B.C.S., México. 20 pp.
- Villalón, H. 1989. Ein Beitrag zur Verwertung von Biomasseproduktion und deren Qualität für die forst-und landwirtschaftliche Nutzung des Matorrals in de Gemeinde Linares, N. L., Mexiko. Göttingen Beiträge zur land-und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen. Heft 39. 165 pp.
- Villalón, H., Carrillo, C. & Soto, J. 1991. Comparación de dos longitudes de líneas de muestreo para estimar cobertura en el matorral tamaulipeco mediante el método de puntos modificados. Reporte Científico No. 23. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. 19 pp.

Wayne, C. & Stubbendieck, J. 1986. Range Research: Basic Problems and techniques. First printing. Printed in the United States of America. 317 pp.

**12. ANEXO**





ANEXO 2

FORMA DE REGISTRO PARA EL ANALISIS DE COBERTURA

P U N T O	S U L T O	T L L D A	P L L D A	R E C O R D A	ESTRATO	ESTRATO	ESTRATO	P U N T O	S U L T O	T L L D A	P L L D A	R E C O R D A	ESTRATO	ESTRATO	ESTRATO			
					ARBOREO	ARBUSTIVO	HERBACEO						ARBOREO	ARBUSTIVO	HERBACEO			
1								16										
2								17										
3								18										
4								19										
5								20										
6								21										
7								22										
8								23										
9								24										
10								25										
11								26										
12								27										
13								28										
14								29										
15								30										
16								TRANSECTO No.										
17								1										
18								2										
19								3										
20								4										
21								5										
22								6										
23								7										
24								8										
25								9										
26								10										
27								11										
28								12										
29								13										
30								14										
								TRANSECTO No.										
1								16										
2								17										
3								18										
4								19										
5								20										
6								21										
7								22										
8								23										
9								24										
10								25										
11								26										
12								27										
13								28										
14								29										
15								30										



## ANEXO 4

Prueba Scheffe's para evaluar la variable D

Procedimiento general del modelo Lineal

Información de los niveles de las clases

Clases	niveles	Valores
Exposiciones	8	E N NE NW S SE SW W
Especies	18	Acaber Acafar Acarig Acascha Castex Celpall Cermac Corboi Forang Karhum Malgla Opulep Opulin Phaspi Porang Prolae Schacun Zizobt

Alfa=0.05 Intervalo de confianza 0.95 GL= 566 CME= 38.29144

Valor crítico de F= 2.02574

Las comparaciones significativas al nivel de 0.05 son indicadas por '\*\*\*\*'.

Comparación de las exposiciones	Disminución simultanea del limite de confianza	Diferencia entre medias	aumento simultaneo del limite e confianza
S - EN	-2.467	1.389	5.246
S - W	-2.325	1.482	5.289
S - SE	-2.392	1.663	5.718

S - E	-2.044	1.688	5.421
S - SW	-1.806	1.728	5.262
S - NW	-2.011	1.796	5.603
S - N	-1.649	1.847	5.344
NE - S	-5.246	-1.389	2.467
NE - W	3.980	0.093	4.165
NE - SE	-4.032	0.274	4.579
NE - E	-3.704	-0.299	4.302
NE - SW	-3.480	0.339	4.158
NE - NW	-3.666	0.407	4.480
NE - N	3.327	0.458	4.242
W - S	-5.289	-1.482	2.325
W - EN	-4.165	-0.093	3.980
W - SE	-4.080	0.181	4.443
W - E	-3.749	0.206	4.162
W - SW	-3.523	0.246	4.015
W - NW	-3.712	0.314	4.340
W - N	-3.369	0.365	4.099
SE - S	-5.718	-1.663	2.392
SE - EN	-4.579	-0.274	4.032
SE - W	-4.443	-0.181	4.080
SE - E	-4.170	0.025	4.220
SE - SW	-3.995	0.065	4.084
SE - NW	-4.128	0.133	4.394

SE - N	-3.803	0.184	4.171
E - S	-5.421	-1.688	2.044
E - EN	-4.302	-0.299	3.704
E - W	-4.162	-0.206	3.749
E - SE	-4.220	-0.025	4.170
E - SW	-3.654	0.040	3.733
E - NW	-3.848	0.108	4.063
E - N	-3.499	0.159	3.817
SW - S	-5.262	-1.728	1.806
SW - EN	-4.158	-0.339	3.480
SW - W	-4.015	-0.246	3.523
SW - SE	-4.084	-0.065	3.955
SW - E	-3.733	-0.040	3.654
SW - NW	-3.701	0.068	3.837
SW - N	-3.336	0.119	3.574
NW - S	-5.603	-1.796	2.011
NW - EN	-4.480	-0.407	3.666
NW - W	-4.340	-0.314	3.712
NW - SE	-4.394	-0.133	4.128
NW - E	-4.063	-0.108	3.848
NW - SW	-3.837	-0.068	3.701
NW - N	-3.683	0.051	3.785
N - S	-5.344	-1.847	1.649

N - EN	-4.242	-0.458	3.327
N - W	-4.099	-0.365	3.369
N - SE	-4.171	-0.184	3.803
N - E	-3.817	-0.159	3.499
N - SW	-3.574	-0.119	3.336
N - NW	-3.785	-0.051	3.683

Comparación de Especies (E)	Disminución Simultánea del Límite de Confianza	Diferencia entre medias	Aumento Simultáneo del Límite de Confianza
Corboi-Prolae	-32.614	0.204	33.021
Corboi-Opulep	-32.494	0.285	33.064
Corboi-Zizobt	-32.851	0.295	33.440
Corboi-Opulin	-35.885	0.655	37.195
Corboi-Acascha	-33.417	0.718	34.853
Corboi-Acafar	-35.045	0.756	36.557
Corboi-Phaspi	-32.091	0.854	33.798
Corboi-Porang	-32.582	0.907	34.396
Corboi-Castex	-32.536	0.954	34.443
Corboi-Celpall	-31.813	0.140	34.093
Corboi-Acarig	-31.933	0.187	34.308
Corboi-Schacun	-31.956	0.249	34.454
Corboi-Acaber	-33.557	0.743	37.044
Corboi-Cermac	-35.961	0.777	39.515

Corboi-Forang	-44.359	0.860	48.079
Corboi-Karhum	-34.600	0.940	38.480
Corboi-Malgla	-37.967	2.060	42.087
Prolae-Corboi	-33.021	-0.204	32.614
Prolae-Opulep	-3.820	0.081	3.983
Prolae-Zizobt	-6.187	0.091	6.370
Prolae-Opulin	-16.160	0.452	17.063
Prolae-Acascha	-9.781	0.515	10.810
Prolae-Acafar	-14.365	0.553	15.470
Prolae-Phaspi	-4.462	0.650	5.762
Prolae-Porang	-7.190	0.703	8.597
Prolae-Castex	-7.143	0.750	8.643
Prolae-Celpall	-4.231	0.936	6.104
Prolae-Acarig	-5.162	0.984	7.129
Prolae-Schacun	-5.539	1.045	7.630
Prolae-Acaber	-12.132	1.540	15.212
Prolae-Cermac	-17.530	1.573	20.677
Prolae-Forang	-31.161	1.657	34.474
Prolae-Karhum	-14.875	1.737	18.348
Prolae-Malgla	-21.445	1.856	25.158
Opulep-Corboi	-33.064	-0.285	32.494
Opulep-Prolae	-3.983	-0.081	3.820
Opulep-Zizobt	-6.060	0.010	6.079
Opulep-Opulin	-16.163	0.370	16.903
Opulep-Acascha	-9.736	0.433	10.603



Opulep-Acafar	14.359	0.471	15.302
Opulep-Phaspi	-4.284	0.569	5.421
Opulep-Porang	-7.106	0.622	8.350
Opulep-Castex	-7.060	0.669	8.397
Opulep-Celpall	-4.057	0.855	5.766
Opulep-Acarig	-5.030	0.902	6.834
Opulep-Schacun	-5.422	0.964	7.349
Opulep-Acaber	-12.119	1.458	15.036
Opulep-Cermac	-17.544	1.492	20.527
Opulep-Forang	-31.204	1.575	34.354
Opulep-Karhum	-14.878	1.655	18.188
Opulep-Malgla	-21.471	1.775	25.021
Zizobt-Corboi	-33.440	-0.295	32.851
Zizobt-Prolae	-6.370	-0.091	6.187
Zizobt-Opulep	-6.079	-0.010	6.060
Zizobt-Opulin	-16.889	0.360	17.610
Zizobt-Acascha	-10.874	0.423	11.720
Zizobt-Acafar	-15.164	0.471	16.086
Zizobt-Phaspi	-6.351	0.559	7.468
Zizobt-Porang	-8.549	0.612	9.773
Zizobt-Castex	-8.502	0.659	9.820
Zizobt-Celpall	-6.106	0.845	7.796
Zizobt-Acarig	-6.814	0.892	8.599
Zizobt-Schacun	-7.107	0.954	9.014
Zizobt-Acaber	-12.992	1.448	15.889
Zizobt-Cermac	-18.179	1.482	21.143

Zizobt-Forang	-31.580	1.565	34.711
Zizobt-karhum	-15.604	1.645	18.895
Zizobt-Malgla	-21.996	1.765	25.526
Opulin-Corboi	-37.195	-0.655	35.885
Opulin-Prolae	-17.063	-0.452	16.160
Opulin-Opulep	-16.903	-0.370	16.163
Opulin-Zizobt	-17.610	-0.360	16.889
Opulin-Acascha	-19.019	0.063	19.145
Opulin-Acafar	-21.823	0.101	22.025
Opulin-Phaspi	-16.661	0.199	17.058
Opulin-Porang	-17.649	0.252	18.153
Opulin-Castex	-17.602	0.298	18.199
Opulin-Celpall	-16.392	0.485	17.362
Opulin-Acarig	-16.669	0.532	17.734
Opulin-Schacun	-16.770	0.594	17.957
Opulin-Acaber	-20.008	1.088	22.184
Opulin-Cermac	-23.840	1.122	26.083
Opulin-Forang	-35.335	1.205	37.745
Opulin-Karhum	-21.825	1.285	24.395
Opulin-Malgla	-26.898	1.405	29.708
Acascha-Corboi	-34.853	-0.718	33.417
Acascha-Prolae	-10.810	-0.515	9.781
Acascha-Opulep	-10.603	-0.433	9.736
Acascha-Zizobt	-11.720	-0.423	10.874
Acascha-Opulin	-19.145	-0.063	19.019

Acascha-Acafar	-17.590	0.038	17.665
Acascha-Phaspi	-10.557	0.135	10.828
Acascha-Porang	-12.079	0.189	12.457
Acascha-Castex	-12.033	0.235	12.503
Acascha-Celpall	-10.298	0.422	11.141
Acascha-Acarig	-10.754	0.469	11.693
Acascha-Schacun	-10.939	0.531	12.000
Acascha-Acaber	-15.562	1.025	17.612
Acascha-Cermac	-20.229	1.058	22.346
Acascha-Forang	-32.993	1.142	35.277
Acascha-Karhum	-17.860	1.222	20.304
Acascha-Malgla	-23.781	1.342	26.465
Acafar-Corboi	-36.557	-0.756	35.045
Acafar-Prolae	-15.470	-0.553	14.365
Acafar-Opulep	-15.302	-0.471	14.359
Acafar-Zizobt	-16.086	-0.461	15.164
Acafar-Opulin	-22.025	-0.101	21.823
Acafar-Acascha	-17.665	-0.038	17.590
Acafar-Phaspi	-15.096	0.098	15.291
Acafar-Porang	-16.190	0.151	16.492
Acafar-Castex	-16.144	0.197	16.539
Acafar-Celpall	-14.829	0.384	15.596
Acafar-Acarig	-15.141	0.431	16.003
Acafar-Schacun	-15.258	0.493	16.243
Acafar-Acaber	-18.803	0.987	20.777
Acafar-Cermac	-22.847	1.021	24.888

Acafar-Forang	-34.697	1.104	36.905
Acafar-Karhum	-20.740	1.184	23.108
Acafar-Malgla	-26.040	1.304	28.648
Phaspi-Corboi	-33.798	-0.854	32.091
Phaspi-Prolae	-5.762	-0.650	4.462
Phaspi-Opulep	-5.421	-0.569	4.284
Phaspi-Zizobt	-7.468	-0.559	6.351
Phaspi-Opulin	-17.058	-0.199	16.661
Phaspi-Acascha	-10.828	-0.135	10.557
Phaspi-Acafar	-15.291	-0.098	15.096
Phaspi-Forang	-8.351	0.053	8.458
Phaspi-Castex	-8.304	0.100	8.504
Phaspi-Celpall	-5.632	0.286	6.205
Phaspi-Acarig	-6.456	0.334	7.123
Phaspi-Schacun	-6.794	0.395	7.584
Phaspi -Acaber	-13.083	0.890	14.864
Phaspi-Cermac	-18.397	0.923	0.243
Phaspi -Forang	-31.938	1.006	33.951
Phaspi-Karhum	-15.773	1.086	17.946
Phaspi-Malgla	-22.273	1.206	24.686
Porang-Corboi	-34.396	-0.907	32.582
Porang-Prolae	-8.598	-0.703	7.190
Porang-Opulep	-8.350	-0.622	7.106
Porang-Zizobt	-9.773	-0.612	8.549
Porang-Opulin	-18.153	-0.252	17.649

Porang-Acascha	-12.457	-0.189	12.079
Porang-Acafar	-16.492	-0.151	16.190
Porang-Phaspi	-8.458	-0.053	8.351
Porang-Castex	-10.288	0.047	10.381
Porang-Celpall	-8.206	0.233	8.671
Porang-Acarig	-8.790	0.280	9.351
Porang-Schacun	-9.032	0.342	9.715
Porang-Acaber	-14.376	0.836	16.049
Porang-Cermac	-19.365	0.870	21.104
Porang-Forang	-32.536	0.953	34.442
Porang-Karhum	-16.868	1.033	18.934
Porang-Malgla	-23.085	1.153	25.391
Castex-Corboi	-34.443	-0.954	32.536
Castex-Prolae	-8.643	-0.750	7.143
Castex-Opulep	-8.397	-0.669	7.060
Castex-Zizobt	-9.820	-0.659	8.502
Castex-Opulin	-18.199	-0.298	17.602
Castex-Acascha	-12.503	-0.235	12.033
Castex-Acafar	-16.539	-0.197	16.144
Castex-Phaspi	-8.504	-0.100	8.304
Castex-Porang	-10.381	-0.047	10.288
Castex-Celpall	-8.252	0.186	8.625
Castex-Acarig	-8.836	0.234	9.304
Castex-Schacun	-9.078	0.295	9.669
Castex-Acaber	-14.423	0.790	16.002
Castex-Cermac	-19.412	0.823	21.058

Castex-Forang	-32.583	0.906	34.396
Castex-Karhum	-16.914	0.986	18.887
Castex-Malgla	-23.131	1.106	25.344
Celpall-Corboi	-34.093	-1.140	31.813
Celpall-Prolae	-6.104	-0.936	4.231
Celpall-Opulep	-5.766	-0.855	4.057
Celpall-Zizobt	-7.796	-0.845	6.106
Celpall-Opulin	-17.362	-0.485	16.392
Celpall-Acascha	-11.141	-0.422	10.298
Celpall-Acafar	-15.596	-0.384	14.829
Celpall-Phaspi	-6.205	-0.286	5.632
Celpall-Porang	-8.671	-0.233	8.206
Celpall-Castex	-8.625	-0.186	8.252
Celpall-Acarig	-6.784	0.047	6.879
Celpall-Schacun	-7.120	0.109	7.338
Celpall-Acaber	-13.390	0.603	14.597
Celpall-Cermac	-18.698	0.637	19.972
Celpall-Forang	-32.233	0.720	33.673
Celpall-Karhum	-16.077	0.800	17.677
Celpall-Malgla	-22.572	0.920	24.412
Acarig-Corboi	-34.308	-1.187	31.933
Acarig-Prolae	-7.129	-0.984	5.162
Acarig-Opulep	-6.834	-0.902	5.030
Acarig-Zizobt	-8.599	-0.892	6.814
Acarig-Opulin	-17.734	-0.532	16.669

Acarig-Acascha	-11.693	-0.469	10.754
Acarig-Acafar	-16.003	-0.431	15.141
Acarig-Phaspi	-7.123	-0.334	6.456
Acarig-Porang	-9.351	-0.280	8.790
Acarig-Castex	-9.304	-0.234	8.837
Acarig-Celpall	-6.879	-0.047	6.784
Acarig-Schacun	-7.896	0.061	8.019
Acarig-Acaber	-13.828	0.556	14.940
Acarig-Cermac	-19.030	0.589	20.208
Acarig-Forang	-32.448	0.673	33.793
Acarig-Karhum	-16.449	0.753	17.954
Acarig-Malgla	-22.853	0.873	24.599
Schacun-Corboi	-34.454	-1.249	31.956
Schacun-Prolae	-7.630	-1.045	5.539
Schacun-Opulep	-7.349	-0.964	5.442
Schacun-Zizobt	-9.014	-0.954	7.107
Schacun-Opulin	-17.957	-0.594	16.770
Schacun-Acascha	-12.000	-0.531	10.939
Schacun-Acafar	-16.243	-0.493	15.258
Schacun-Phaspi	-7.584	-0.395	6.794
Schacun-Porang	-9.715	-0.342	9.032
Schacun-Castex	-9.669	-0.295	9.078
Schacun-Celpall	-7.338	-0.109	7.120
Schacun-Acarig	-8.019	-0.061	7.896
Schacun-Acaber	-14.082	0.495	15.071
Schacun-Cermac	-19.233	0.528	20.289

Schacun-Forang	-32.594	0.611	33.816
Schacun-Karhum	-16.672	0.691	18.055
Schacun-Malgla	-23.032	0.811	24.655
Acaber-Corboi	-37.044	-1.743	33.557
Acaber-Prolae	-15.212	-1.540	12.132
Acaber-Opulep	-15.036	-1.458	12.119
Acaber-Zizobt	-15.889	-1.448	12.992
Acaber-Opulin	-22.184	-1.088	20.008
Acaber-Acascha	-17.612	-1.025	15.562
Acaber-Acafar	-20.777	-0.987	18.803
Acaber-Phaspi	-14.863	-0.890	13.083
Acaber-Porang	-16.049	-0.836	14.376
Acaber-Castex	-16.002	-0.790	14.423
Acaber-Celpall	-14.597	-0.603	13.390
Acaber-Acarig	-14.940	-0.556	13.828
Acaber-Schacun	-15.071	-0.495	14.082
Acaber-Cermac	-23.076	0.033	23.143
Acaber-Forang	-35.184	0.117	35.417
Acaber-Karhum	-20.899	0.197	21.293
Acaber-Malgla	-26.368	0.317	27.001
Cermac-Corboi	-39.515	-1.777	35.961
Cermac-Prolae	-20.677	-1.573	17.530
Cermac-Opulep	-20.527	-1.492	17.544
Cermac-Zizobt	-21.143	-1.482	18.179
Cermac-Opulin	-26.083	-1.122	23.840
Cermac-Acascha	-22.346	-1.058	20.229



<i>Cermac-Acafar</i>	-24.888	-1.021	22.847
<i>Cermac-Phaspi</i>	-20.243	-0.923	18.397
<i>Cermac-Porang</i>	-21.104	-0.870	19.365
<i>Cermac-Castex</i>	-21.058	-0.823	19.412
<i>Cermac-Celpall</i>	-19.972	-0.637	18.698
<i>Cermac-Acarig</i>	-20.208	-0.589	19.030
<i>Cermac-Schacun</i>	-20.289	-0.528	19.233
<i>Cermac-Acaber</i>	-23.143	-0.033	23.076
<i>Cermac-Forang</i>	-37.655	0.083	37.821
<i>Cermac-karhum</i>	-24.798	0.163	25.125
<i>Cermac-Malgla</i>	-29.551	0.283	30.118
<i>Forang-Corboi</i>	-48.079	-1.860	44.359
<i>Forang-Prolae</i>	-34.474	-1.657	31.161
<i>Forang-Opulep</i>	-34.354	-1.575	31.204
<i>Forang-Zizobt</i>	-34.711	-1.565	31.580
<i>Forang-Opulin</i>	-37.745	-1.205	35.335
<i>Forang-Acscha</i>	-35.277	-1.142	32.993
<i>Forang-Acafar</i>	-36.905	-1.104	34.697
<i>Forang-Phaspi</i>	-33.951	-1.006	31.938
<i>Forang-Porang</i>	-34.442	-0.953	32.536
<i>Forang-Castex</i>	-34.396	-0.906	32.583
<i>Forang-Celpall</i>	-33.673	-0.720	32.233
<i>Forang-Acarig</i>	-33.793	-0.673	32.448
<i>Forang-Schacun</i>	-33.816	-0.611	32.594
<i>Forang-Acaber</i>	-35.417	-0.117	35.184
<i>Forang-Cermac</i>	-37.821	-0.083	37.655

Forang-Karhum	-36.460	.0.080	36.620
Forang-Malgla	-39.827	0.200	40.227
Karhum-Corboi	-38.480	-1.940	34.600
Karhum-Prolae	-18.348	-1.737	14.875
Karhum-Opulep	-18.188	-1.655	14.878
Karhum-Zizobt	-18.895	-1.645	15.604
Karhum-Opulin	-24.395	-1.285	21.825
karhum-Acascha	-20.304	-1.222	17.860
Karhum-Acafar	-23.108	-1.184	20.740
Karhum-Phaspi	-17.946	-1.086	15.773
Karhum-Porang	-18.934	-1.033	16.868
Karhum-Castex	-18.887	-0.986	16.914
Karhum-Celpall	-17.677	-0.800	16.077
Karhum-Acarig	-17.954	-0.753	16.449
Karhum-Schacun	-18.055	-0.691	16.672
Karhum-Acaber	-21.293	-0.197	20.899
Karhum-Cermac	-25.125	-0.163	24.798
Karhum-Forang	-36.620	-0.080	36.460
Karhum-Malgla	-28.183	0.120	28.423
Malgla-Corboi	-42.087	-2.060	37.967
Malgla-Prolae	-25.158	-1.856	21.445
Malgla-Opulep	-25.021	-1.775	21.471
Malgla-Zizobt	-25.526	-1.765	21.996
Malgla-Opulin	-29.708	-1.405	26.898
Malgla-Acascha	-26.465	-1.342	23.781

<b>Malgla-Acafar</b>	<b>-28.648</b>	<b>-1.304</b>	<b>26.040</b>
<b>Malgla-Phaspi</b>	<b>-24.686</b>	<b>-1.206</b>	<b>22.273</b>
<b>Malgla-Porang</b>	<b>-25.391</b>	<b>-1.153</b>	<b>23.085</b>
<b>Malgla-Castex</b>	<b>-25.344</b>	<b>-1.106</b>	<b>23.131</b>
<b>Malgla-Celpall</b>	<b>-24.412</b>	<b>-0.920</b>	<b>22.572</b>
<b>Malgla-Acarig</b>	<b>-24.599</b>	<b>-0.873</b>	<b>22.853</b>
<b>Malgla-Schacun</b>	<b>-24.655</b>	<b>-0.811</b>	<b>23.032</b>
<b>Malgla-Acaber</b>	<b>-27.001</b>	<b>-0.317</b>	<b>26.368</b>
<b>Malgla-Cermac</b>	<b>-30.118</b>	<b>-0.283</b>	<b>29.551</b>
<b>Malgla-Forang</b>	<b>-40.227</b>	<b>-0.200</b>	<b>39.827</b>
<b>Malgla-Karhum</b>	<b>-28.423</b>	<b>-0.120</b>	<b>28.183</b>

