



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

IZTACALA U. N. A. M.

BO 106/84  
CH 34 87.2

Bio. 09.19

ECOLOGIA DE LAS POBLACIONES DE  
Cephalocereus senilis

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**B I O L O G O**

P R E S E N T A

**GLORIA CHACON HERNANDEZ**

1984.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres Manuel y Eustolia por su gran apoyo y cariño

A mis hermanos:

Ofelia

Martha

Luis

Manuel

Francisco

Javier

Lucila

Irma

A mi esposo José Luis por su apoyo

A mi hija Eugenia con inmenso amor

## INDICE

Página

Agradecimientos.....	I
Resumen .....	1
Introducción.....	2
Objetivos.....	3
Antecedentes.....	4
Marco Conceptual.....	5
Descripción del área de estudio.....	11
a) Meztlán.....	11
b) Tolantongo.....	14
Método.....	19
Resultados.....	21
Discusión.....	41
Conclusiones.....	51
Bibliografía.....	52

I  
AGRADECIMIENTOS

Al M.C. Ernesto Aguirre León por su disposición a ayudar en la realización del presente trabajo hasta el más mínimo detalle.

Al M.C. Diodoro Granados S. por haber aceptado ser director de Tesis y por su valiosa ayuda.

Al Biol. José Luis Camarillo R. quien me acompañó siempre en las salidas al campo y por sus valiosos consejos

A la Biol. Ma. Guadalupe Oliva por sus consejos en el presente trabajo.

Al Biol. Jaime Angeles A. por sus sugerencias en general.

Al Dr. J. Rzedowsky por su ayuda e incomparable experiencia.

Al herbario de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala por la ayuda prestada en identificación de plantas y por aporte de material.

## Resumen

Este trabajo es una contribución al conocimiento de la ecología de Cephalocereus senilis (Haworth) Pfeiffer, en las Barrancas de Tolanongo y Nectitlán, Estado de Hidalgo.

Se determina que Cephalocereus senilis vive bajo el rango altitudinal de 1150-2200 m. en pendientes muy pronunciadas y como elemento del matorral crassicaule en grandes extensiones sobre laderas ricas en carbonatos de calcio, areniscas y lutitas, y en climas del tipo BS y C, ésta especie llega a medir hasta 12m. de altura, su distribución abarca los Estados de Hidalgo, Guanajuato y Veracruz.

Con base en un total de 60 muestreos realizados durante un periodo de 2 años se reportan datos como densidad, asociación interespecífica, fenología, estructura por edades, tablas de vida, distribución espacial y fenotipos más comunes.

Esta especie esta considerada como vulnerable (Anónimo 1980; Vorides, 1981), es decir, que las poblaciones experimentan una disminución, debido a una explotación inadecuada de la cual es objeto (Bravo, 1978) y de seguir así pasarán a la categoría de peligro en extinción.

## INTRODUCCION

En general, es notable el escaso número de publicaciones que se ha realizado sobre la ecología de las cactáceas. En cambio, esto contrasta con el incremento de trabajos que han estado apareciendo en la literatura para otras especies de vegetales como lo son de hierbas y otras plantas, que se han realizado tanto a nivel autoecológico como sinecológico, y que tratan sobre conceptos como coenoclinas (gradientes medioambientales en una comunidad; Whitaker, 1975); técnicas de ordenación matemática (Fasham, 1977); modelos poblacionales (Harper, 1977) y algunos aspectos ecológicos (Crúz, 1978) entre otros.

A nivel taxonómico las cactáceas de México han sido estudiadas ampliamente (Bravo, 1937, 1978), pero ecológicamente es poco lo que se ha realizado, y al respecto se mencionan algunos trabajos como los de Fraser and Pieper (1972) sobre características de crecimiento en Opuntia imbricata (HAW) DC. en Nuevo México, el de Yeaton (1978) que basa su trabajo sobre una relación ciclica entre Larrea tridentata y Opuntia leptocaulis al Norte del Desierto de Chihuahua, entre otros. Y debido a la falta de trabajos realizados no es posible efectuar una conservación y uso adecuado de sus especies. Actualmente la explotación inadecuada de la cual son objeto las ponen en peligro de extinción (Bravo, 1978).

Desde 1934 (Anónimo) se decretó una ley que prohíbe su exportación, ley de la cual se ha echo caso omiso, pues constantemente son decomisados numerosos ejemplares a extranjeros quienes efectan las poblaciones por colectas immoderadas (Sánchez 1982).

Con base a lo anterior, es decir, a la escasez de estudios realizados sobre cactáceas, el presente trabajo pretende contribuir de manera general al conocimiento de su ecología y de manera particular proponer pautas para una conservación adecuada de las poblaciones de Cephalocereus senilis (Haworth) Pfeiffer. Mediante la realización de los siguientes objetivos:

#### OBJETIVOS

- a) definir la estructura de la población (con base a la altura de los individuos).
- b) establecer su tipo de distribución espacial
- c) cuantificar su densidad y asociación interespecífica
- d) reconocer las formas fenotípicas más comunes
- e) efectuar algunas observaciones fenológicas (aparición de flor y fruto).

## ANTECEDENTES

En México se han realizado trabajos importantes sobre cactáceas, al respecto se tienen los de Niering et.al. que analizan una población de Carnegia gigantea en relación al medio ambiente, mencionan que su crecimiento inicial es bajo, probablemente toma a una planta cerca de 10 años para alcanzar una altura de 1 m. y probablemente alcanzan una edad de 150 - 200 años; el de Yeaton (1978) que trata sobre relaciones ciclicas entre Larrea tridentata y Opuntia leptocaulis en el Desierto del Norte de Sonora; Yeaton y Cody (1979) sobre la distribución de cactus a lo largo de un gradiente medioambiental en los Desiertos de Sonora y Mohave; y Del Castillo (1983) que basa su trabajo sobre Ferocactus histrix su distribución geográfica y hábitat.

En relación con los estudios realizados sobre biología de C. senilis se tienen el de Mastrangel (1953), quien indica que la tasa de crecimiento es baja, por lo general de una pulgada por año, de modo que cuando una planta alcanza 30 a 40 pies (916-1222 cm) tiene una edad de 200 años y estos autores consideran que su tasa de crecimiento es bastante parecida a la de Carnegia gigantea.

Por otra parte Field, (1963) sembró semillas de la especie y menciona que a los 3.97 m. tenía una edad de 37 años; Greenwood(1964) hace notas sobre la orientación fototrópica

del Pseudocefalio en dos especies mexicanas de Cephalocereus

Sobre distribución se encuentran los de Bravo (op. cit.) que lo menciona en la Barranca de Meztitlán, Hgo.; Bracamontes (1978) como endémico de la Barranca de Tolantongo, Hgo. extendiéndose hasta la Barranca de Meztitlán, Hgo.; Britton y Rose (1963) para los Estados de Hidalgo y Guanajuato; Mastangel (op. cit.) lo menciona nativo de los Estados de Guanajuato e Hidalgo y Ramírez y Palma (1980) para el Estado de Veracruz.

En cuanto aspectos taxonómicos, el nombre genérico ha ido cambiando con el tiempo, según diversos pero la entidad que aquí se maneja es Cephalocereus senilis(Haworth)Pfeiffer de acuerdo con Britton y Rose (op. cit.)

#### MARCO CONCEPTUAL

Uno de los mas importantes conceptos dentro de la ecología es la población, que se define como un grupo de individuos de la misma especie ocupando una área particular. Una población es un sistema autoregulado que comprende tasas de nacimiento y mortalidad, forma de crecimiento, densidad, estructura por edades y distribución espacial (Harper & White, 1974).

Las primeras ideas sobre control de la población fueron escritas por Graunt(1662 citado por Hutchinson,1981),quien

realizó una estima teórica de la tasa de aumento en la ciudad de Londres, a partir de la proporción de personas en edad reproductora. Posteriormente Malthus (1951) se mostraba preocupado por una fuente alimenticia que crece en funciones aritméticas (1+2..) y que no puede apoyar a una población humana que crece en proporciones geométricas ( $2^x$ ). Mas recientemente Harper & White (1974) indican que se ha avanzado poco en investigaciones sobre poblaciones vegetales, debido a que los ecólogos han mantenido su tiempo en estudiar su fisiología, taxonomía etc. Dentro de la ecología poblacional el enfoque demográfico es una de las muchas ramas que pueden estudiarse y se basa en el flujo numérico de una población (Sarukhán, 1978). En su trabajo sobre demografía de plantas Harper (1977) analiza muy importantes eventos sobre modelos poblacionales, que involucran desde la latencia de semillas hasta la mortalidad fig. 1 para comprender mejor estos estudios debe tomarse en cuenta lo siguiente:

a) modelos de crecimiento continuo en una población. La primera ecuación para representar modelos de crecimiento fue inicialmente propuesto por Verhulst (1844, citado por Hutchinson op. cit.) formulando la siguiente ecuación:

$$\frac{dN}{dt} = rN(K-M)/K;$$

desprendiéndose 2 fases:

- 1) la tasa relativa de crecimiento, que es el crecimiento de una planta individual.
- 2) la tasa intrínseca de incremento natural, que es

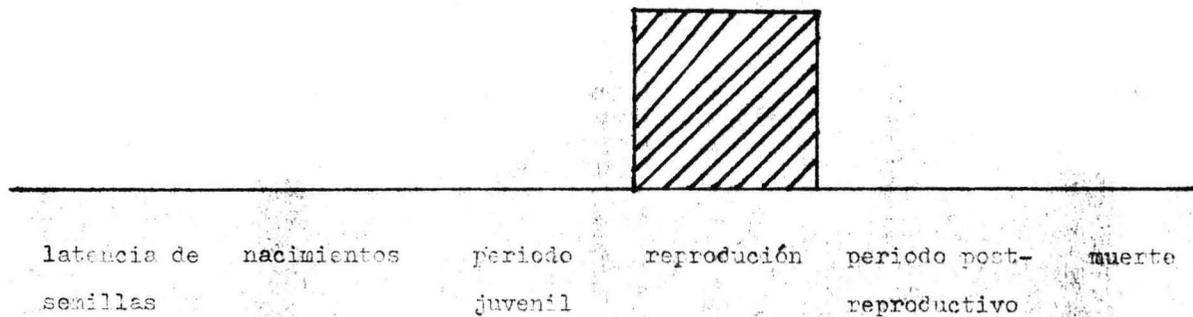


Figura 1. esquema general de el desarrollo de una población de plantas, que muestra eventos importantes demográficos (Harper & White, 1974).

la capacidad de una población para incrementar su número ilimitadamente.

b) fenología. El ciclo de vida de las plantas puede estar representado en 3 formas: anual, bianual y perenne. La primera requiere un tiempo de germinación de 4 a 6 semanas y de 4 a 6 meses para el total desarrollo. La segunda puede presentar postgerminación después de años para producir finalmente semillas maduras y la tercera resulta diferente según se consideren especies herbáceas, arbustivas y arbóreas.

c) fase de producción de semillas por planta. Se considera el número promedio producido por la planta, una vez que las semillas nacen se posan fuera de la planta y entran a la fase de dispersión, ya establecidas en el medio apropiado para su desarrollo tienden a crecer hasta el momento de la germinación.

d) germinación. Significa el tiempo el cual el embrión escapa del tejido maternal y adquiere su independencia, sin embargo, un rasgo especial en plantas superiores es la longevidad de las semillas que pueden presentarse por largos periodos hasta lograr la gama de condiciones necesarias para su crecimiento, y al respecto deben considerarse 2 aspectos en poblaciones de plantas: el primer comprende a una población de plantas que crece y produce semillas, el segundo, la población de semillas que se encuentra en forma latente en el suelo.

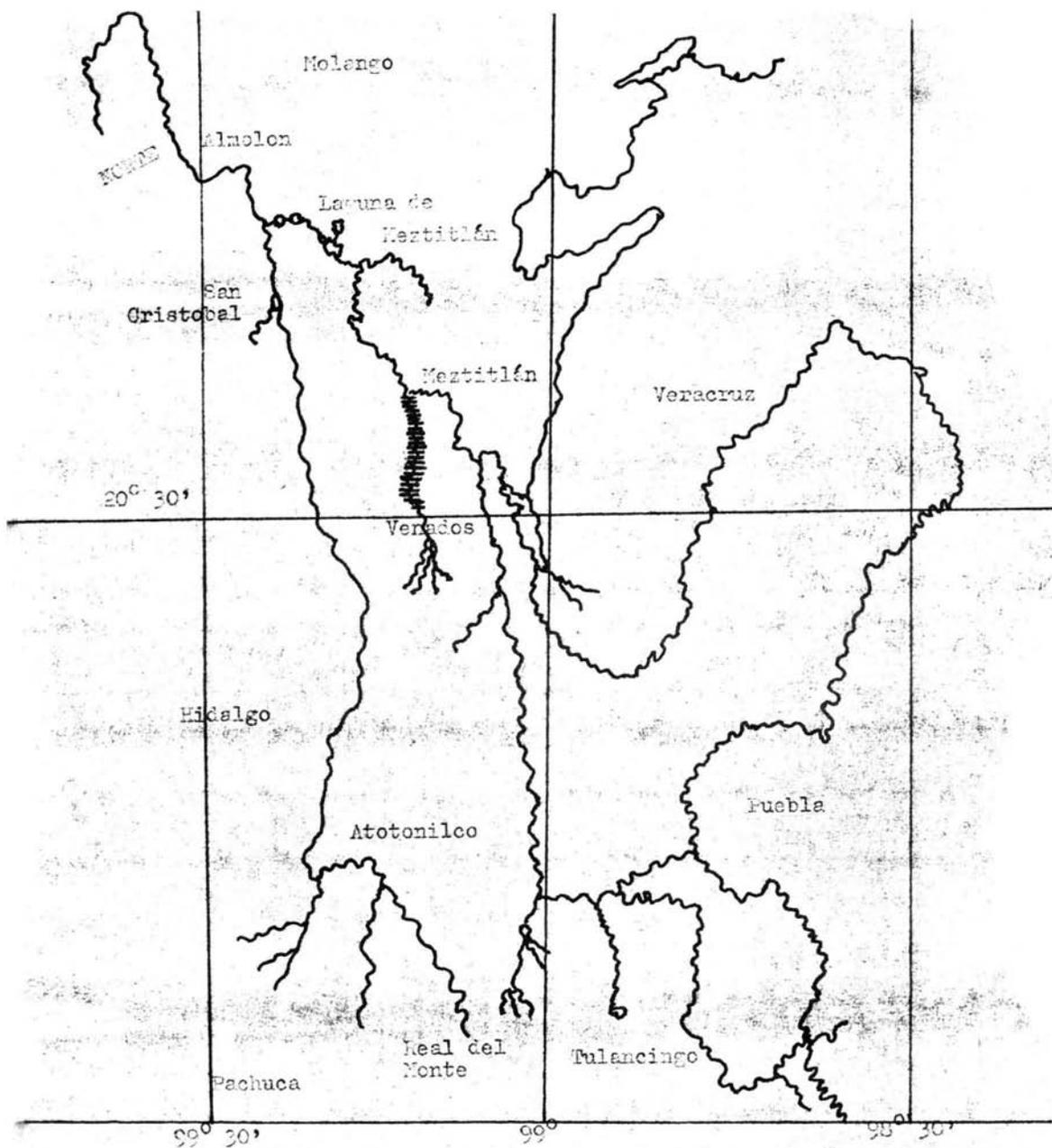
e) distribución por edades. Existen 2 clases especiales:

x) estacionaria, caracterizada porque las tasas de nacimiento y mortalidad son iguales.

y) estable, que se dá en una población creciente con una edad específica constante para tasa de nacimiento y muerte.

Dentro de las poblaciones de especies anuales puede haber una estructura determinada por la dispersión en el tiempo de germinación, si se adelanta, las plantas pueden ser mas vigorosas pero pueden estar expuestas a inclemencias. En algunas estaciones la parte mas vieja de la población puede ganar dominancia debido a un periodo más largo de crecimiento y en otras, la distribución por edades se ve truncada, sólo los individuos jóvenes sobreviven a las catástrofes. La estructura por edades de las especies perennes son muy variables, debido a que algunas especies pueden vivir varios años. Con plantas leñosas es más fácil determinar la edad que con plantas herbáceas por ejemplo, pero existen muy pocas observaciones aún cuando el número de anillos es fácilmente contable.

f) estructura de una población. La estructura de una población puede ser descrita en términos de edad, tamaño y forma de los individuos que la componen. Ravotonov(1960, citado por Harper op.cit.) los describe por sus estados de vida de la siguiente forma: semillas viables en el suelo, semillas con varias fases intermedias y plantas seniles. Sin embargo, la distribución espacial, la curva de sobrevivencia y las tablas de vida aportan precisos datos de la estructura de la población.



Mapa 1. Ubicación de la zona de estudio

▨ zona estudiada.

## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El área la podemos dividir en dos zonas que inciden en una población aparentemente continua de Cephalocereus senilis (Bracamontes, 1978; Otero, 1968); una se encuentra en la Barranca de Meztlán Hidalgo y la otra, en la Barranca de Tolantongo, Hgo. A cada zona se le asignó un número: a la Barranca de Meztlán el número I y la B. de Tolantongo el número II.

## ZONA I

## LOCALIZACION

La Barranca esta situada en la parte central del Estado de Hidalgo en los paralelos  $20^{\circ} 42'$  Latitud Norte y  $98^{\circ} 52'$  Longitud Oeste ( antú, 1953) mapa 1. Comprende una amplia y profunda depresión, entre la Sierra de Fachuca y la Sierra de Zacualtipan esta limitado al Norte por los municipios de Molango, Eloxochitlán y Kochicoatlán, por el Sur con los de Atotonilco el Grande, Actopan y Santiago; por el Oriente por los de Metzquititlán y Zacualtipán, y por el Poniente con el Municipio de Cardonal (Cantú op. cit.)

## GEOLOGIA

Cantú (op. cit.) menciona que la profunda insición de la Barranca de Meztitlán esta cortada en terrenos de calizas y margas pizarras del Cretácico, que han sufrido fuertes movimientos tectónicos. También se encuentra un derrame basáltico que contiene olivino y dado el estado de alteración en comparación con otros basaltos pudiese indicar que el cuerpo lacustre de Meztitlán data de fines del Plioceno o principios del Pleistoceno. Así durante la mayor parte del Mezozoico toda esta región se encontraba bajo las aguas del mar, como prueba se tiene la presencia de areniscas y lutitas, posteriormente movimientos orogénicos elevarón los sedimentos marinos ya consolidados y la imposición del trabajo erosivo en esa zona fueron profundizando el cause hasta dar origen a la Barranca de Meztitlán.

## CLIMA

Aparentemente la causa fundamental de la aridez prevaleciente en la Barranca, es el régimen de lluvias al que esta sujeto, pues la mayor parte de la precipitación anual se produce en un pequeño lapso del año. Otros factores que determinan la aridez, son la profundidad de las cañadas, en su posición paralela a la Sierra de Zacualtipán y perpendicular

a los vientos dominantes y finalmente sus suelos que no retienen humedad por su fuerte grado de insolación.

Para Meztitlán tenemos un clima del tipo Bs hw' ' (w)(i')g. (García, 1980), el clima es intermedio entre los más áridos y los más húmedos. Presenta una temperatura promedio anual de 19.8°C. y una precipitación anual de 400 mm.

#### VEGETACION

Las extensas y escabrosas laderas de la Barranca integran una de las llamativas zonas cactológicas de nuestro País, en cuyos paisajes hay grandes agrupaciones de diversos órganos, candelabros y gigantescas biznagas. La vegetación de las laderas es de tipo arbustiva, seco, subtropical, predominando los cactus, agaves, acacias y grupos de Cephalocereus senilis Sánchez (1978) considera los siguientes tipos de vegetación:

Matorral submontano

Matorral extradesértico

Matorral desértico calcícola

Matorral de Cactus-Mezquite

Matorral desértico aluvial

## ZONA II

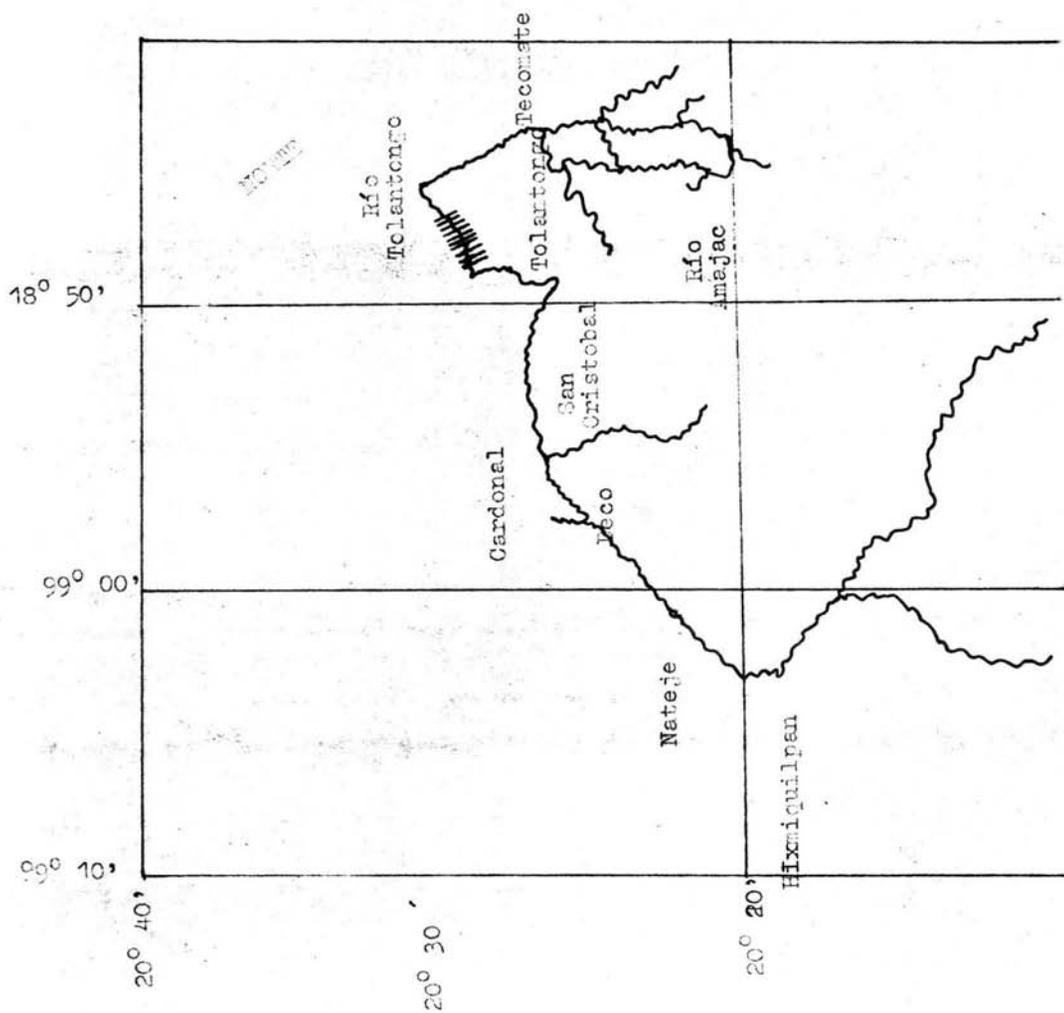
## LOCALIZACION

La Barranca de Tolantongo se localiza al Este del Estado de Hidalgo, en la vertiente del sotavento de la Sierra Madre Oriental, con las siguientes coordenadas:  $20^{\circ} 36'$  y  $20^{\circ} 43'$  Latitud Norte y entre los meridianos  $98^{\circ} 45'$  y  $98^{\circ} 50'$  Longitud Oeste (Hiriart, 1981). Forma parte de una serie de cañadas y se encuentra a unos 197 Km. del Distrito Federal, comienza a formarse muy cerca de San Agustín, pequeño pueblo situado al Noroeste del Cardonal, a una altitud de 2500m. Este cañon se encuentra en el extremo Noroeste del Valle del Mezquital (Bracamontes *op. cit.*) mapa 2.

Ecológicamente la Barranca de Tolantongo se encuentra localizada dentro de la zona Hidalguense, distinguida por Miranda (1955), para gran parte de los Estados de Queretaro e Hidalgo. Sin embargo la gran diversidad de climas y topografía presenta una serie de características que la hacen muy peculiar (Gonzalez-Medrano e Hiriart, 1978).

## GEOLOGIA

Segerstrom (1962) describe varias formaciones y señala que la estratigrafía del Valle del Mezquital abarca desde el Jurá-



Mapa 2. Ubicación de la zona en estudio.

▨ zona estudiada.

sico hasta el Eoceno. Los estratos más antiguos son las calizas y pizarras del Cretácico Medio Superior. Durante el Terciario comienzan movimientos tectónicos fuertes a consecuencia de los cuales queda convertida en tierra firme. Posteriormente hubo una erosión fuerte de todos los depósitos de rocas y se formaron Valles y Barrancas como los de Tolantongo.

#### HIDROLOGIA

El único Río de la Barranca de Tolantongo es el llamado Río Blanco que nace en una gruta de la Barranca y sigue una dirección Oeste-Este por unos 5 Km. después de los cuales une sus aguas con las del Río Amajac y éste vierte su caudal en el Río Almolon que se une al Quetzalapa y cerca de Tamazunchale desemboca en el Río Moctezuma, principal afluente del Fánuco (Gonzalez-Medrano e Hiriart, op.cit.)

#### CLIMA

Debido a que no hay estación meteorológicas de éste poblado se consideran los datos registrados de la zona mas cercana en este caso es San Cristobal, localizado a 13 Km. de la Barranca, así el clima es del tipo  $BS_1 hw'' (w)(e)g$ , siendo el menos

secos de los climas semiáridos con una temperatura media anual de 28.8°C. y una precipitación total de 564.5 mm. (García, 1973). El factor que determina el clima semiárido es la posición que tiene la Barranca con la Sierra Madre Oriental ya que ésta última actúa como frente de lluvias captando los vientos alisios del Noroeste que descargan la mayor parte de agua y por consiguiente pasan secos a la ladera del Botavento, en donde se encuentra localizada la Barranca de Tolantongo. Otro factor que afecta el clima es la humedad mas favorable que proviene desde el fondo de la Barranca y por donde sigue el curso el Río Blanco, así como la que se presenta en algunas cañadas por donde fluyen pequeños arroyos.

#### VEGETACION

Las comunidades vegetales se establecen siguiendo un gradiente decreciente en altitud fig.2

Desde el punto de vista fitogeográfico la vegetación de la Barranca presenta relaciones florísticas con la zona árida Poblana y con la cuenca del Balsas (González-Medrano e Hiriart op. cit.). Hiriart, (1981) reconoce los siguientes tipos de vegetación:

Bosque bajo de juniperus

Matorral alto subinerm

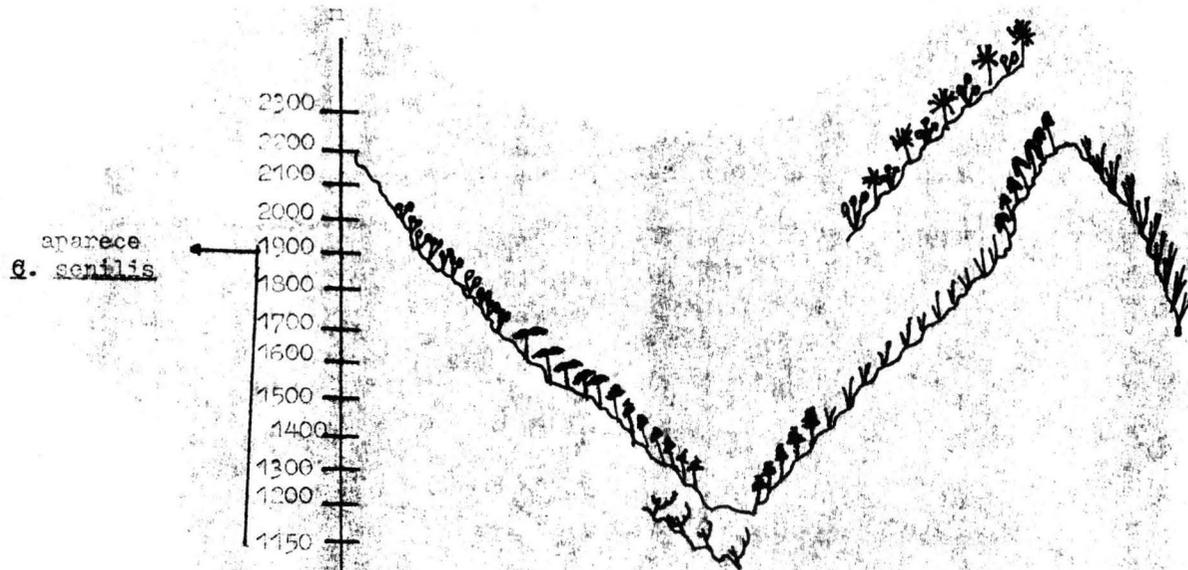


Fig. 2 perfil esquemático de la vegetación en la Barranca de Tolantongo, Hgo. (Miríart, 1981). Aparece la distribución de Cereus senilis.

-  matorral esclerófilo
-  bosque bajo de juniperus
-  matorral alto subsereno
-  selva baja caducifolia
-  vegetación riparia
-  matorral espinoso con crasicaule

Vegetación riparia

Bosque tropical caducifolio con Bursera morelensis

Matorral alto espinoso con crassicaules

Matorral alto esclerófilo con Nolina

#### METODO

1) Delimitación del área de estudio.- El área fue determinada mediante recorridos de campo, donde se fijaron los sitios de muestreo y con apoyo de Bibliografía y cartografía existente para el área. Se realizaron 60 muestreos, lo cual significa un número bastante aproximado que representa a la población (Tanner, 1978), ésto con base a la siguiente ecuación:

$$Q = \left( \frac{tS}{E} \right) \quad \text{donde}$$

t = probabilidad = 1.96

S = desviación estandar = 21.8

E = error = 5.9

Q = 300

a) Para la determinación de la estructura de la población según las edades, se utilizó como una aproximación la altura de 300 individuos de acuerdo con los criterios de: Mas-trangel(op. cit.); Field (1963), quienes señalan la velocidad de crecimiento de C. senilis.

- b) Se establecen los sitios de muestreo mediante cuadros de 4 X 4 m. para la determinación de: densidad, asociación interespecífica (para arbustos), frecuencia, estructura por edades (altura). Dentro de este mismo muestreo se incluyeron cuadros de 1 X 1 m. para establecer el grado de asociación interespecífica (hierbas) (Brower & Zar 1979).
- c) La cuantificación de la distribución espacial se basó en la distribución de Poisson, y en la  $\chi^2$  para determinar el grado de significancia según Cox (1980).
- d) Los fenotipos de Cephalocereus senilis se obtendrán mediante 63 esquemas fisonómicos, tratando de establecer las formas más comunes, para que en posteriores trabajos se relacionen a estudios topográficos o en general al hábitat.
- e) Se efectuó al estudio de la fenología mediante observaciones del periodo de aparición de flor y fruto durante 2 años también se hicieron conteos para determinar la cantidad de propágulos que la especie produce.
- f) Proponer alternativas para su conservación y manejo adecuado, esto es con base a lo anterior.
- g) Análisis estadísticos adicionales se indican en lugares apropiados dentro del presente trabajo.

## RESULTADOS

## CORRELACION Y REGRESION

La correlación y regresión son dos técnicas que comprenden el grado de relación que existe entre dos variables (Cox, 1980); el término correlación se usa para indicar aquellos casos en que los cambios de una variable van asociados con cambios de otra variable existiendo una relación concreta entre ellas, en este caso dichas variables son diámetro y altura de Cephalocereus senilis, la regresión lineal es otra técnica que indica la cantidad de cambio único de otra variable.

La aplicación de las dos técnicas revela que existe una correlación positiva entre el diámetro y la altura de Cephalocereus senilis, y que en el cálculo de la regresión existe una relación positiva entre las dos variables; es decir, que el crecimiento de Cephalocereus senilis está unido a la altura y al engrosamiento del tallo. En la tabla 1a muestra el cálculo correlación y la tabla 1b el de regresión lineal.

## CORRELACION

$$r = \frac{(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{(x-x)^2 (y-y)^2} = \begin{array}{ll} .8558 & \text{Meztlán} \\ .2485 & \text{Tolantongo} \end{array}$$

r= denota el coeficiente de correlación, y al respecto se calcula, la prueba de "t" para determinar el nivel de significancia con la siguiente ecuación:

$$t = \frac{r}{(1-r^2) / (N-2)} = \begin{array}{ll} 19.36 & \text{Meztlán} \\ 3.18 & \text{Tolantongo} \end{array}$$

estos resultados representan un alto nivel de significancia lo que indica que existe una correlación significativa; es decir, positiva entre el diámetro y altura de Cephalocereus senilis.

tabla 1a. Análisis de correlación entre diámetro y altura de Cephalocereus senilis.

VARIABLE DEPENDIENTE: DIAMETRO

FUENTE	DF	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	VALOR DE F	PR > F	R	C.V.
REGRESION	2	63794.03720645	31897.01860308	471.22	0.0001	.762037	14.5862
ERROR	293	19833.31414520	67.69049196				
COARRECCION TOTAL	295	83627.35135165					

FUENTE	DF	TIPO I SS	VALOR DE F	PR > F	DF	TIPO III SS	VALOR F	PR > F
ALTURA	1	58789.06146807	868.50	0.0001	1	20405.98141	301.46	0.0001
ALTURA 2	1	5004.97573808	73.94	0.0001	1	5004.97573	73.94	0.0001

PARAMETRO	ESTIMACION	PARAMETRO=0	PR > TPI	ERROR ESTANDAR DE ESTIMACION
INTERSECCION	19.15014295	13.23	0.0001	1.44724722
ALTURA	0.14955013	17.35	0.0001	0.00978343
ALTURA 2	-0.00010089	-2.60	0.0001	0.00001173

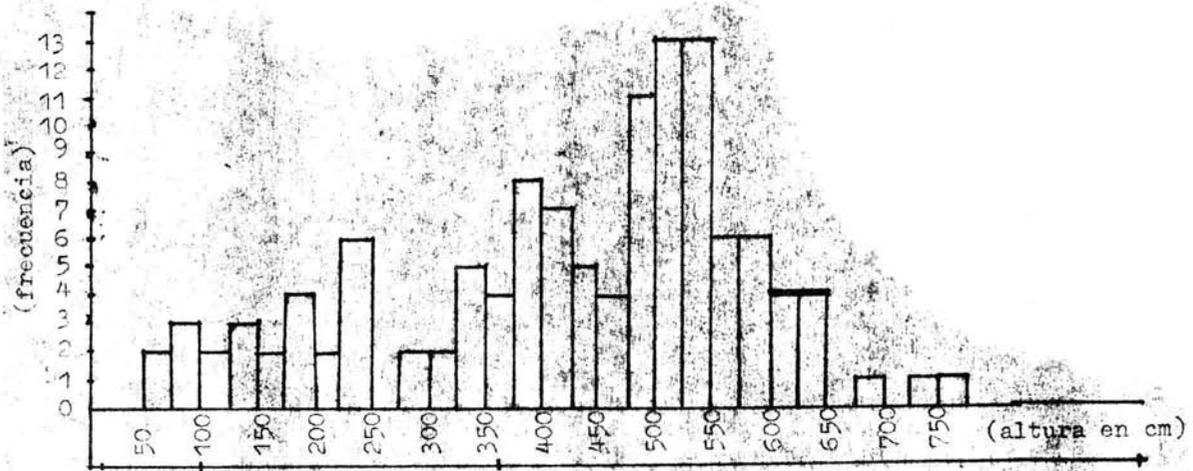
DIAMETRO DE LA MUELA 56.40540541

tabla 1b. Analisis de

## ESTRUCTURA POR EDADIS

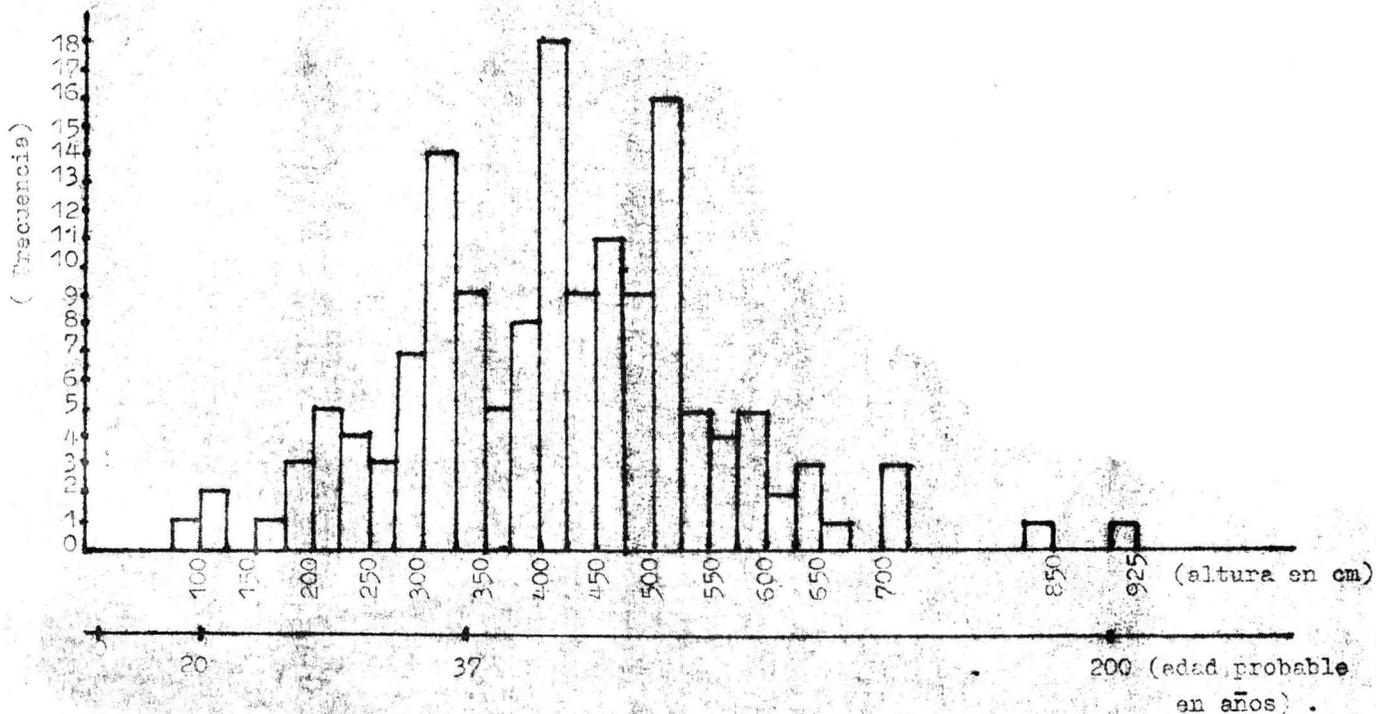
La estructura de una población de plantas puede ser descrita en términos de edad y tamaño de los individuos que la componen (Harper & White, 1974). En el presente trabajo se ha calculado la estructura de la población, tablas de vida y curva de sobrevivencia con base al tamaño de 300 individuos en total para las dos zonas. En la gráfica 1, 2 y 3 se observa la altura y edad probable que presentan algunos individuos, la edad fue estimada con base en el criterio de Mastrangel (op. cit.), Niering (op. cit.) y Field (op. cit.) quienes definen la velocidad de crecimiento de Cephalocereus senilis.

Las tablas de vida resumen los datos que muestran eventos importantes del estado de una población y estos son mortalidad, natalidad, esperanza de vida y curva de sobrevivencia. La tabla 2 corresponde a una tabla de vida, siendo "sx" la curva de sobrevivencia gráfica 5, y se observa que al principio y al final hay una considerable disminución correspondiendo a los individuos que miden de 0 - 50 cm y 6 a 7 m.; es decir, que no existen individuos de 1 - 49 cm originados por semilla, mientras que los individuos que miden de 3 a 6m. permanecen constante. El tipo de estructura de la población no concuerda con los mencionados por Harper & White (op. cit.) Una es la estacionaria en donde las tasas de nacimiento y mortalidad son iguales y la otra la estable que se da en una población creciente.

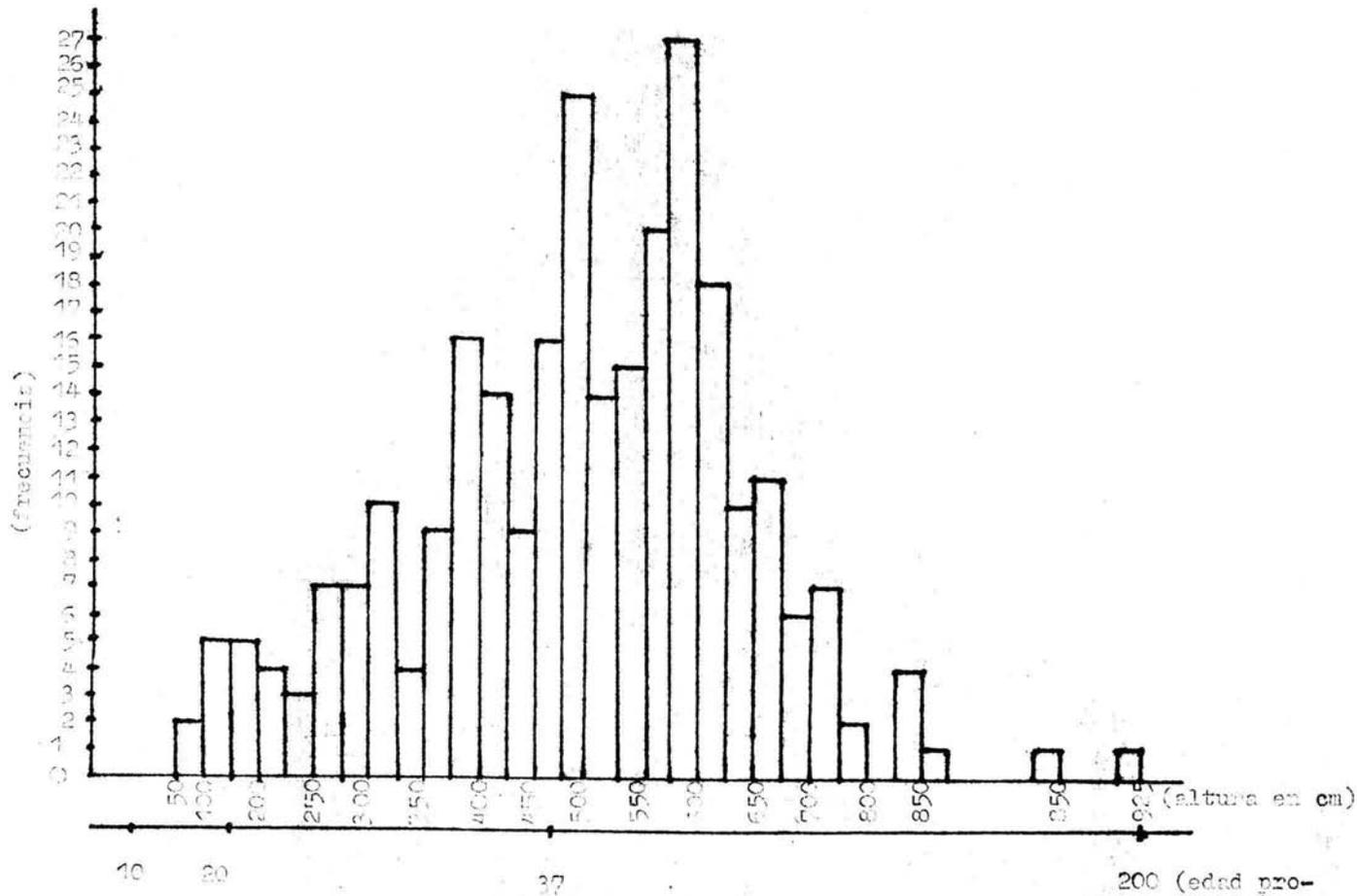


10      20      37      200 (edad probable en años).

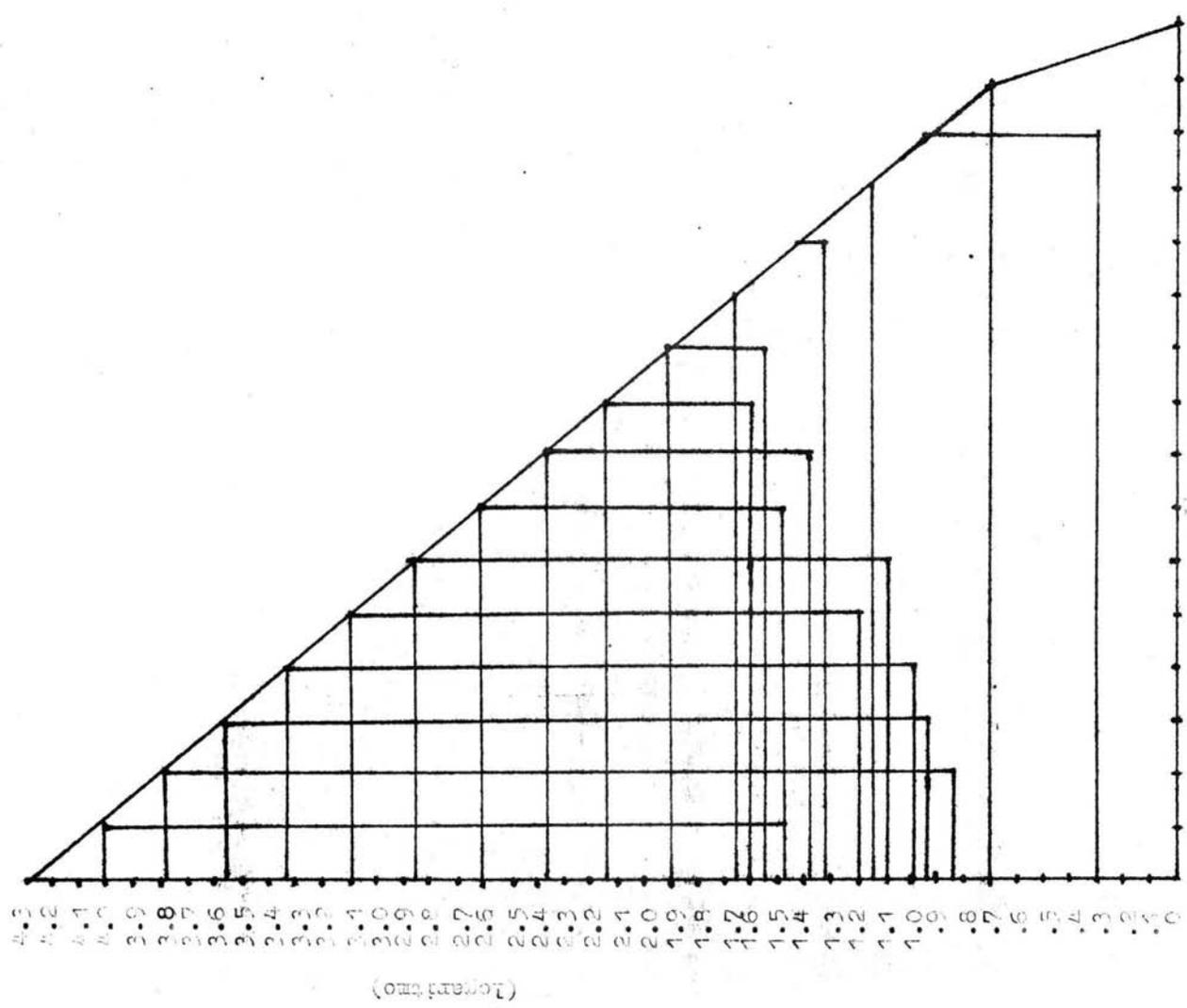
gráfica 1. Estructura de la población con base al tamaño de los individuos población Neztitlán.



gráfica 2. Estructura de la población con base al tamaño de los individuos población de Tolantongo.



gráfica 3. Estructura de la población con base a la altura de los individuos.



50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 (altitude)  
 coefficient of expansion (at 1000 ft) change in area  
 of horizontal section as to the 1000 ft.

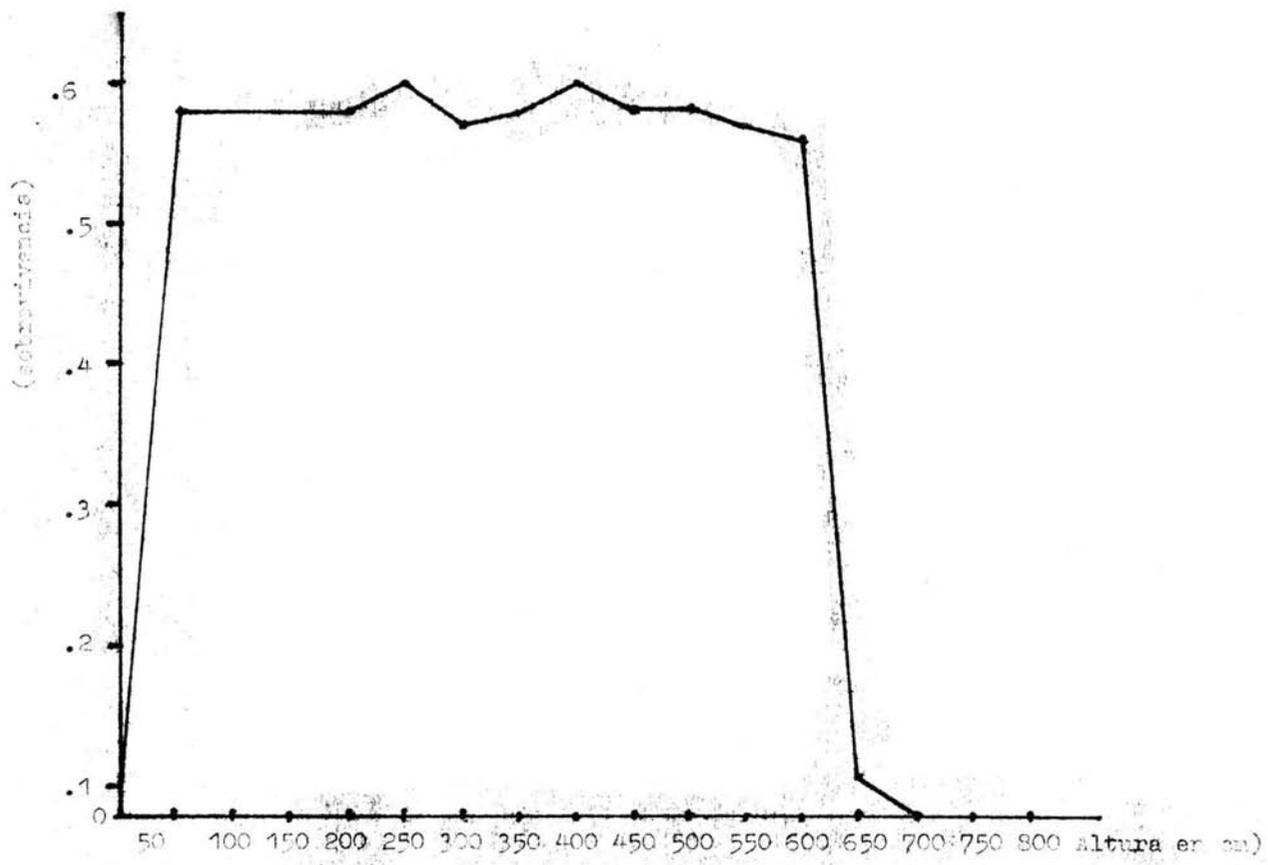


gráfico 5. curva de sobrevivencia.

TABLAS DE VIDA

tamaño de los individuos <i>Cur</i>	x	lx	dx	qx	sx
0-50	0	9120	3570	.411	.58
51-100	1	5370	2208	.411	.58
101-150	2	3162	1300	.411	.58
151-200	3	1862	766	.411	.58
201-250	4	1096	436	.397	.60
251-300	5	660	289	.43	.57
301-350	6	371	153	.41	.58
351-400	7	218	89	.40	.60
401-450	8	129	53	.41	.58
451-500	9	76	32	.42	.58
501-550	10	44	19	.43	.57
551-600	11	25	11	.44	.56
601-650	12	14	12	.85	.15
651-700	13	1.99	1.99	1.0	-
701-750	14	-	-	-	-
751-800	15	-	-	-	-
801-850	16	-	-	-	-
851-900	17	-	-	-	-
901-950	18	-	-	-	-
951-1000	19	-	-	-	-

siendo  $lx = 2Lx - lx + 1$

$dx = lx - lx + 1$

$qx = dx/lx$

$sx = 1 - qx$

x=intervalo del tamaño

tabla 2. muestra una tabla de vida.

la gráfica 4 contiene un ajuste de datos mediante una regresión exponencial, para hacer posible la tabla de vida.

#### DISTRIBUCION ESPACIAL

La distribución espacial se evaluó mediante el análisis de la distribución de Poisson, utilizando el número de individuos por cuadrante (Cox, op.cit), posteriormente se aplicó la prueba de  $\chi^2$  para determinar el nivel de significancia que conciste en:

$$\chi^2 = \frac{\text{varianza}}{\bar{x}} (N-1)$$

$$S^2 = \frac{((x-\bar{x})^2)}{N-1}$$

Los datos son comparados de las tablas 3 y 4 con los valores críticos de la  $\chi^2$  para N grados de libertad dados en la tabla A. 2 (Cox, op.cit), obteniéndose 99% del nivel de significancia; por lo tanto, la población presenta una distribución espacial para las dos zonas del tipo agregada.

#### DENSIDAD

Smith, (1980) menciona dos tipos de densidad:

- a) D. cruda
- b) D. ecológica

En el presente trabajo sólo se midió la densidad cruda y se evaluó de la siguiente forma. Se contaron todos los indi-

## DISTRIBUCIÓN DE PEARSON

x	f	f(x)	x- $\bar{x}$	(x-x) <sup>2</sup>	f(x- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>
0	10	0	-4.733	22.40	224.04
2	1	2	-2.733	7.47	7.47
3	1	3	-1.733	3.004	3.004
4	5	20	-.733	.537	2.688
5	1	5	.266	.071	.071
6	3	18	1.266	1.604	4.813
7	1	7	2.266	5.137	5.137
8	2	16	3.266	10.671	21.342
9	1	9	4.266	18.204	18.204
10	1	10	5.266	27.738	27.738
12	1	12	7.266	52.804	52.804
13	2	26	8.266	68.338	136.676
14	1	14	9.266	85.871	85.871

$$N = 30$$

$$\bar{x} = 4.733$$

$$s^2 = \frac{(f(x-\bar{x})^2)}{N-1} = \frac{589.856}{29} = 20.30$$

$$x^2 = s^2 / \bar{x} (29) = 124.627$$

tabla 3 Distribución espacial datos obtenidos en la Barranca de Meztlán.

## DISTRIBUCION DE POISSON

x	f	f(x)	(x- $\bar{x}$ )	(x- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	f(x- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>
0	6	0	-5.266	27.73	166.384
1	3	3	-4.266	18.198	54.596
2	1	2	-3.266	10.665	10.666
3	3	9	-2.266	5.134	15.404
4	2	8	-1.266	1.602	3.205
5	1	5	-.266	0.070	0.070
6	2	12	0.734	0.538	1.077
7	5	35	1.734	3.006	15.033
8	1	8	2.734	7.474	7.474
9	2	18	3.734	13.942	27.885
12	1	12	6.734	45.346	45.346
13	1	13	7.734	59.814	59.814
16	1	16	10.734	115.218	115.218
17	1	17	11.734	137.686	137.686

$$N = 30$$

$$\bar{x} = 5.266$$

$$s^2 = \frac{(f(x-\bar{x}))^2}{N-1} = 22.754$$

$$s^2 = s^2 / 5.266(29) = 125.306$$

tabla 4. Distribución espacial datos obtenidos para la Barranca de Tolantongo.

viduos del cuadrante, se extrapoló a toda el área y de esa forma se determinó el número de organismos de cada cuadrante el cual es representativo para toda el área (Krebs, 1978)

La siguiente fórmula es para determinar la densidad:

$$D = \frac{\text{número de individuos}}{\text{número de cuadrantes}} \quad \text{ver tabla 5}$$

TAMAÑO DEL CUADRANTE	ESTIMACION	
	ZONA I	ZONA II
4 m <sup>2</sup>	1.13 ind.	1.3 ind.
4 m <sup>2</sup>	4.52 "	5.2 ind.
120 m <sup>2</sup>	136 "	156 Ind.

Tabla 5. densidad zonas de Meztitlán y Tolantongo.

#### ASOCIACION INTERESPECIFICA

la técnica para calcular el índice de asociación se basa en una tabla de contingencia que es como la que sigue:

		especie b		
		a	b	
especie a	presente	a	b	= a+b
	ausente	c	d	= c+d
		a+c	b+d	T=

$$x^2 = \frac{(ad-bc)^2 n}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)} \quad 6$$

$$x^2 = \frac{(ad-bc) - 0.5T)^2 (T)}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)} \quad x^2 = \text{para determinar el nivel de significancia}$$

Las tablas 6 y 7 resumen el análisis de asociación interespecífica indicando que no hay asociación significativo entre las especies.

#### FORMAS FENOTÍPICAS MAS COMUNES

Las formas fenotípicas corresponde a plantas de 6 a 10 m. y aún 20m . de altura, columnares, al principio verdes y después grisáceas, cefalio periférico y lateral, en el ápice de los tallos con abundante lana, las ramificaciones que en ocasiones presenta probablemente se deba a que han sufrido algunas lesiones (Bravo, op. cit.) como lo muestran los esquemas 1 y 2.

#### FENCLOGIA

El comportamiento fenológico de una población aporta información básica para el entendimiento de su dinámica. En el presente trabajo se hicieron 248 observaciones dentro de las cuales 26 individuos presentaron frutos y 36 flores, esto en total para las dos zonas.

COEFICIENTES DE ASOCIACION

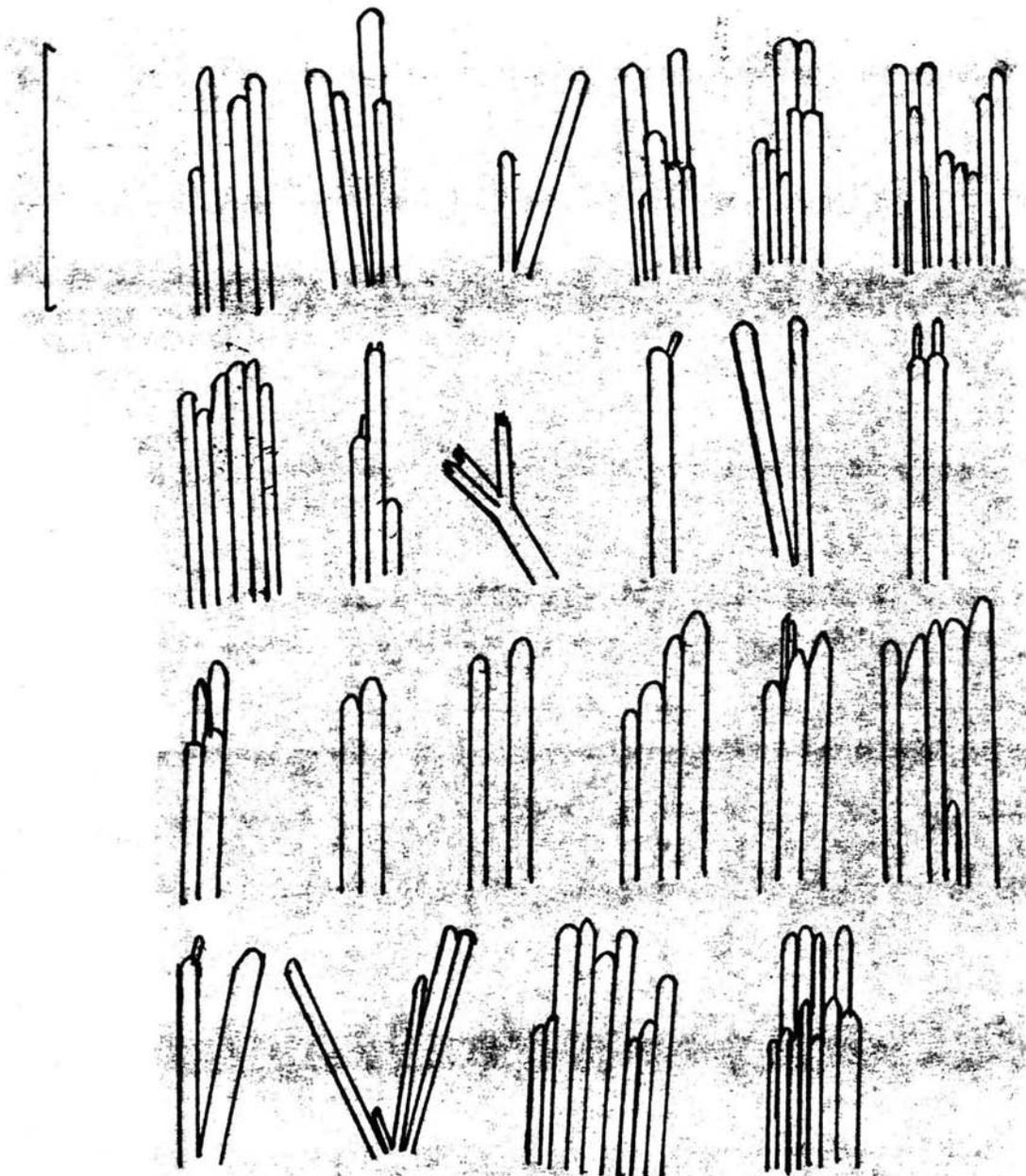
ESPECIES EN COMBINACION	COEFICIENTE DE ASOCIACION	$\chi^2$	NIVEL DE SIGNIFIC. EN LA
<u>C. senilis</u> & <u>Echinocactus</u> <u>ingens</u>	1.5	.156	-
<u>C. senilis</u> & <u>Crantia</u> <u>imbricata</u>	.628	.035	-
<u>C. senilis</u> & <u>Mimosa</u> <u>biuncifera</u>	2.35	.729	-
<u>C. senilis</u> & <u>Turnera</u> <u>diffusa</u>	.169	.004	-
<u>C. senilis</u> & <u>Asclepias</u> <u>curassavica</u>	1.5	.089	-
<u>C. senilis</u> & <u>Solanum</u> <u>verbasifolium</u>	3	.138	-
<u>C. senilis</u> & <u>Jatropha</u> <u>dioica</u>	.6	2.25	1%

Tabla 6. asociación interespecifica Barranca de Mezquitlán.

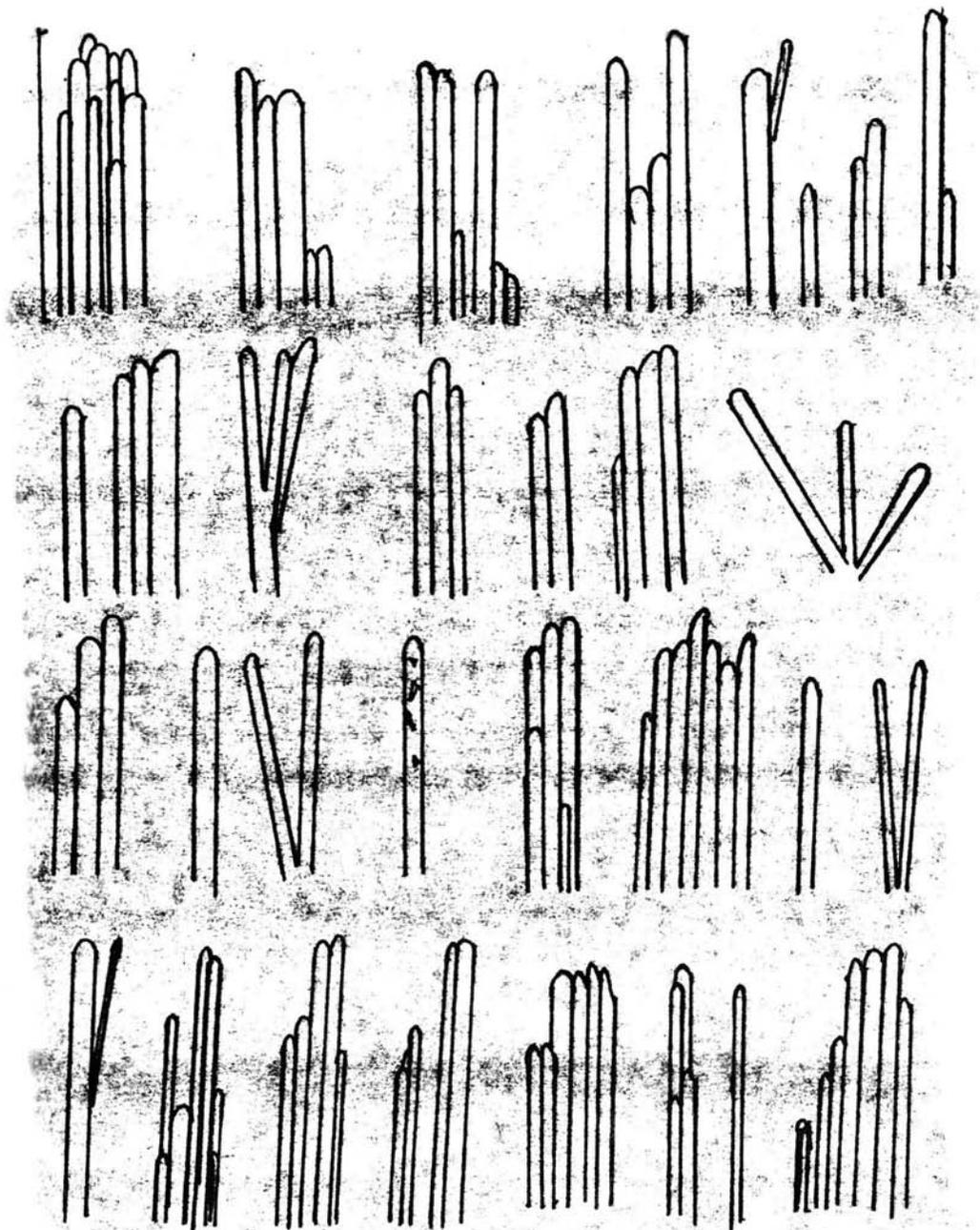
ASOCIACION INTERESPECIFICA

ESPECIES EN COMBINACION	COEFICIENTE DE ASOCIACION	$\chi^2$	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
<u>C. senilis</u> & <u>Hechtia pectanthe</u>	.65	.062	-
<u>C. senilis</u> & <u>Hillandsia albida</u>	.041	.256	-
<u>C. senilis</u> & <u>Mussaenda moreletensis</u>	.550	.041	-
<u>C. senilis</u> & <u>Conatia tomentosa</u>	.489	.004	-
<u>C. senilis</u> & <u>Agrostis caribaeus</u>	.086	.075	-
<u>C. senilis</u> & <u>Luphorbia ant-siphylitica</u>	.6	2.25	1%
<u>C. senilis</u> & <u>Pououctia serlandensis</u>	1.54	.277	-
<u>C. senilis</u> & <u>Traeria cystisoides</u>	.528	.035	-
<u>C. senilis</u> & <u>Acacia berlandieri</u>	2.43	1.38	-
<u>C. senilis</u> & <u>Acacia farnesiana</u>	3.0	1.95	-
<u>C. senilis</u> & <u>Dasylirion longissimum</u>	.076	.156	-
<u>C. senilis</u> & <u>Agave xilocantha</u>	.412	.166	-
<u>C. senilis</u> & <u>Crave stricta</u>	3.43	1.38	-
<u>C. senilis</u> & <u>Conatia microdeasy</u>	.412	.166	-
<u>C. senilis</u> & <u>Hamillaria renalis</u>	.6	1.95	-
<u>C. senilis</u> & <u>Brickellia veronicaefolia</u>	.041	.256	-
<u>C. senilis</u> & <u>Selaginella leucomorpha</u>	.6	2.25	1%
<u>C. senilis</u> & <u>Craxostis sp.</u>	3.43	1.38	-
<u>C. senilis</u> & <u>Thalia coccinea</u>	.076	.156	-

Tabla 7 índice de asociación para la Barranca de Tolantongo.



Esquema 1. fenótipos más comunes de observaciones directas en el campo. Earranca de Meztitlán.



Esquema 2. fenómenos más comunes de observaciones directas en el campo. Barranca de Tolantongo.

APARICIÓN DE FLOR Y FRUTO.

LUGAR	FECHA	NUMERO DE FLOR	NUMERO DE FRUTOS
La Paila, Mezquitlán	11-11-79	-	-
Venados, Mezquitlán	8-XII-79	1	-
Venados, Mezquitlán	26-IV-81	6	4
Te. Cruz, Mezquitlán	21-IV-80	1	-
Tolantongo	11-IV-80	9	10
"	22-V-80	9	10
"	23-V-81	16	2
"	27-IX-80	-	-
"	10-IV-81	4	10

Tabla 8. fechas de aparición de flor y fruto para las Barrancas de Mezquitlán y Tolantongo.

Los frutos son ovoides de 3 a 5 cm de largo y 2.2 a 2.5 cm de ancho. El número de semillas producido aproximadamente es de 1400. Las flores presentan antesis y miden 5 a 9 cm de ancho; cierran una o dos horas después de la salida del sol. (Greenwood, op. cit.). También menciona que las plantas llegadas a cierta edad (senil) van perdiendo mucho de su pelo en las partes mas viejas del tallo, y que el pseudocefalio (productor de flores) es sólo visible en un sólo lado, especialmente cuando esta orientado hacia el Sur. En la tabla 8 se notan mas en los meses de abril y mayo.

#### DISCUSION

La ecología de las poblaciones sobre cactáceas ha sido poco estudiada por lo que se dificulta la discusión de algunos puntos en el presente trabajo. En particular, la estructura de la población fue medida con base en el tamaño de los individuos, aunque este parámetro es muy discutible debido al desconocimiento de la especie, aquí se utilizó para medir la relación tamaño-edad según Harper & White (op. cit.). En las dos zonas muestreadas se encontraron 18 individuos con un tamaño igual o menor a 25 cm de altura, siendo la mayoría producto de una reproducción vegetativa, ya que no se encontraron sólo sino encima de otro organismo mayor, o bien constituyendo ramificaciones, es decir, no se encontraron originados a partir de semilla.

Al respecto Bravo(op. cit.) considera a los organismos ramificados lesionados y este hecho es muy factible ya que el 10 % de las observaciones de los individuos presentan palos o piedras enterrados y algunos son usados como hogeras. Seguramente al ser la especie muy apreciada por horticultores, los organismos mas pequeños producidos por semillas son colectados. En la gráfica 3 se observa una disminución de los organismos entre los 25 cm. y 2.25 m. como resultado probable de colecta inmoderada. Los organismos entre los 3m. y 5.5m. constituyen la mayor parte de la población. Aproximadamente cuando alcanzan la talla de 4m. inician la floración en los meses de abril y mayo sufriendo los frutos también una colecta inmoderada por parte del hombre, viéndose afectado así el ciclo de vida de la población. La etapa final la componen los individuos de 7.5m. a 9.25m. constituyendo estos la menor parte de la población.

Con respecto a la estimación de la relación tamaño edad, los datos se fundamentaron completamente en la bibliografía, debido al lento crecimiento de las cactáceas. Mayor exactitud podría obtenerse estudiando 5 o más generaciones sobre pasando los 100 años, lo cual es imposible.

Los autores que reportan la edad con base en los estudios realizados sobre carnegia gigantea que, al parecer, es muy similar en su crecimiento a Cephalocereus senilis. La edad probable se observa en la gráfica 3 siendo muy escasos los datos obtenidos. Otra medida que ayuda al analisis de la estructura de la población la constituye la tabla de vida y la curva de sobrevivencia gráfica 5. Para efectuar el análisis de las tablas de vida los

datos fueron ajustados mediante una regresión exponencial gráfica 4.

La estructura de la población de Cephalocereus senilis no concuerda con las mencionadas dadas por Harper and White(op.cit.) quienes mencionan dos tipos de estructura una es la estable que se da en una población creciente y la otra estacionaria con tasas de mortalidad y natalidad iguales.

La estructura de la población de C. senilis presenta patrones de comportamiento que podemos comparar con poblaciones de diferente especie, por ejemplo Sedum smalli (Crassulaceae) la cual presenta ciertas características poblacionales, una de ellas es que presenta una densidad que es dependiente de la profundidad del suelo, es mayor cuando se desarrollan en suelos de 2 a 5 cm. de profundidad y saliendo de este rango la densidad disminuye. Otro aspecto importante en su estructura es que el periodo juvenil sufre una considerable mortalidad a causa de las condiciones de humedad son bajas, y al respecto se menciona que presenta cierta plasticidad (su sobrevivencia) al encontrarse en situaciones restringidas para su crecimiento y como respuesta pueden disminuir el número de ramas, frutos y su tallo disminuye. La especie tiene un potencial reproductivo muy alto y una dispersión muy grande. Relacionando estas características con la población de C. senilis es probable que su densidad también disminuya a consecuencia de que los tipos de suelos son heterogéneos, poco profundos y aunado a la fuerte pendiente esta sometida la po-

blación (Hiriart op.cit.) indica que la mayor densidad de C. senilis se encuentra concentrada en suelos de 40 cm. de profundidad.

El aspecto de la mortalidad en la etapa juvenil es semejante al de Sedum smalli que presenta una considerable disminución en esta etapa, que la humedad es un factor determinante y en C. senilis probablemente se debe a una parte a la colecta inmoderada de esta etapa juvenil que son muy apreciados, y por otra se deba al difícil establecimiento causados por la pendiente y poca profundidad del suelo. Al aspecto de dispersión probablemente se deba a que existan barreras geográficas que impidan extenderse más allá de su área local. Algunos individuos presentan ramificaciones, Bravo (op.cit.) menciona que la especie C. senilis es debido a que el individuo a sufrido lesión, contrastando con Sedum smalli debiéndose su ramificación a condiciones óptimas del medio ambiente. Con estas características se puede observar que en algunos puntos de la estructura de la población son similares, siendo los agentes que influyen internamente en cada población son diferentes.

Con Carnegia gigantea presenta una estructura semejante, Mastrangel (op.cit.) indica que la especie de C. senilis y Carnegia gigantea presentan una estructura y un patrón de crecimiento similar, su densidad es dependiente de la altura, a medida que aumenta la elevación la densidad disminuye, otro aspecto es que las dos especies presentan una alta mortalidad en etapas juve-

niles, probablemente se deba a las condiciones medioambientales muy extremosas para las dos especies y sus semillas presentan dificultad para germinar, además que es posible que la mayor parte de las semillas sean comidas por roedores y las raíces de las plantas jóvenes son arrastradas por viento y agua - a causa de que los suelos son muy someros y la pendiente muy pronunciada afectando la estructura de la población .

Por último se observó mediante la técnica de correlación una relación positiva entre el diámetro y la altura de C. senilis implicando que su crecimiento está unido a la altura y diámetro. La distribución espacial observada en la población de C. senilis corresponde al tipo agregada. Smith (op.cit.) indica que este tipo de distribución espacial es la más común debido a que los componentes ambientales no son totalmente uniformes. En este aspecto una prueba de la discontinuidad del medioambiente es la fuerte pendiente donde se desarrollan y en el caso específico, para la barranca de Tolanlongo en donde tiene origen el río Blanco creando una gama de microclimas.

El tipo de asociación interespecífica que presenta la población de C. senilis con respecto a otras especies no es una - asociación significativa, es decir, no hay relaciones de dependencia entre c. senilis y las demás especies. Una causa puede ser que las especies no se establezcan debido a que la zona es árida y por lo tanto posee una flora pobre o bien que la fuerte pendiente a la cual quedarían sometidas dificulta a diversas especies

establecerse .

Al respecto se observó que varios de los organismos de C. senilis presentan sus raíces al descubierto y como consecuencia están - expuestos al mal trato por el hombre y animales y, por lo tanto, no están sujetos fuertemente al suelo siendo más sensibles a los vientos que soplan con fuerza derribándolos.

En relación con el aspecto fenológico Bravo(op.cit.) mencionan que la aparición de flor y fruto ocurre en los meses de abril y mayo como se pudo observar en el campo, el pseudosefallo está - orientado hacia el norte y muestra una curvatura en la punta del tallo cuando está viejo (Greenwood op.cit.). En cuanto al número de semillas producidas se mencionaron 1400 por fruto en promedio, éste dato se obtuvo sólo de dos ejemplares debido a la dificultad que presenta su colecta.

Adicionalmente es importante mencionar que los frutos de esta -- especie son colectados inmoderadamente por la gente de la región con fines comerciales alterando de esta manera su ciclo de vida y quizás sea este otro factor por lo que en el campo se observaron muy pocos en los meses citados.

En cuanto a los fenotipos observados, éstos presentan cierta variación aunque según Dovshansky(1975) el fenotipo de un individuo cambia constantemente desde que nace hasta que muere así el genotipo no determina el fenotipo , pero sí determina los límites del fenotipo posible (potencialmente), es decir, que a partir de un sólo genotipo puede dar una gama de fenotipos.

Por otra parte Greenwood(op.cit.) y Bravo(op.cit.) mencionan

Falta página

N° 47

que los individuos de C. senilis que presentan ramificaciones es porque han sufrido alguna lesión y un argumento es que una planta que había sido cortada en la parte apical se regeneró dando tres fuertes ramas con flor ,y este hecho es factible puesto que el hombre los ha usado como hogueras, siendo blanco de palos y piedras enterrados y estos hechos afectan las poblaciones de la especie .

#### CONSERVACION Y MANEJO ADECUADO

13

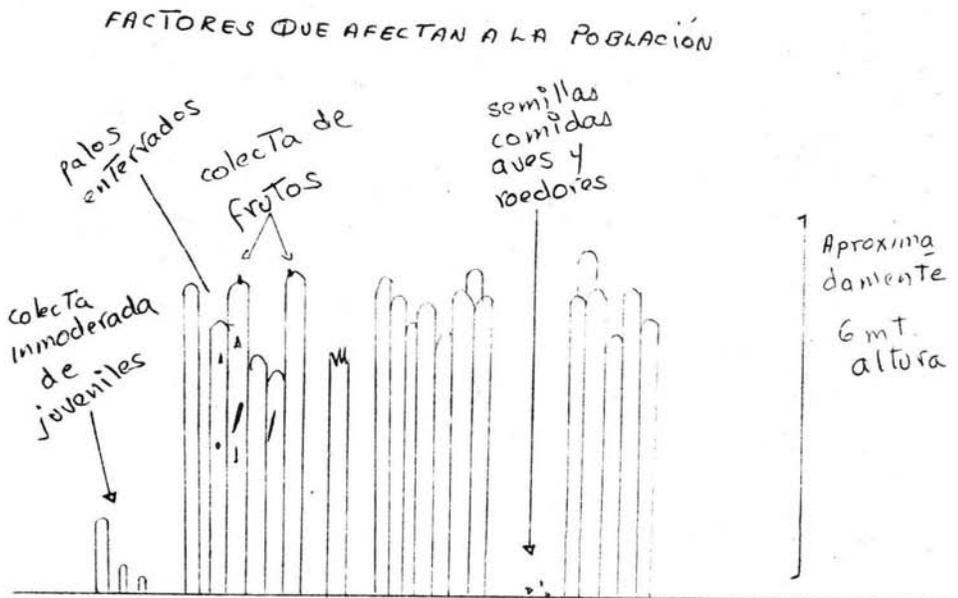
Uno de los principales problemas de la especie de Cephalocereus senilis es que son individuos muy apreciados por horticultores y coleccionistas, poniendo a las especies en peligro de extinción debido a las colectas inmoderadas tanto de flores, frutos e individuos pequeños con fines comerciales afectando las poblaciones.

Al respecto Anónimo(op. cit.) y Vovides(op. cit.) indican que la especie de C. senilis esta considerada como vulnerable, es decir, que las poblaciones experimentan una disminución debido a una explotación inadecuada y de seguir así pasarán a la categoría de peligro en extinción, esto no debe pasar desapercibido aunque ya ha habido algunos acuerdos para proteger a las cactáceas en general y en particular C. senilis(Martínez, 1938), con fines de exportación (Anónimo, 1934) y del cual se ha echo caso omiso ya que ciertos comerciantes no tienen interés en la conservación de dichas plantas otorgando permisos ilegales

por personas o agencias gubernamentales (Sánchez, 1982).

En el esuqema 3 observamos un es ema general de como se encuentran los individuos en su ambiente natural y los factores que influyen en la población.

Una forma de preservación y conservación de la especie -- podría ser por medio de los jardines botánicos que pueden ser utilizados de diferente forma .Por un lado conociendo la --- biología de la especie pueden cultivar individuos para la inv- estigación ,eliminando así la posibilidad de colectralos --- inmoderadamente en el campo y por otro lado producir la sobre-



Esquema 3. población en su ambiente natural.

explotación de plantas raras que tienen valor comercial y al ser preparadas por medio de los jardines botánicos y distribuidos a los viveros comerciales para su producción e introducción a la floricultura donde les quita la novedad de ser raros. Y otro punto sería la propagación por medio de cultivo de tejidos. Otro aspecto importante es la distribución de la especie (Bravo, op.cit.; Mastrangel op.cit.; Britton y Rose op.cit.) lo mencionan nativo para los Estados de Guanajuato e Hidalgo, Ramírez y Palma (1980) lo citan para el Estado de Veracruz, por otra parte Bracamontes op.cit. lo considera endémico de la barranca de Tolantongo Hgo., extendiéndose a la barranca de Mezquitlán, Hgo. y al respecto el término endémico (Cain, 1951) lo refiere a organismos confinados a una sola región o hábitat natural. Por lo tanto C. senilis no es endémico del Estado de Hgo. su hábitat probablemente se extiende a cañones con suelos ricos en carbonatos de calcio, areniscas y lutitas parecidos a los de Tolantongo y Mezquitlán, Hgo. (comp. pers. Rzedowski, 1984).

Por otra parte cabe mencionar las características donde habita C. senilis encontrada en Huayacocotla, Ver. no son semejantes a las encontradas en Tolantongo y Mezquitlán, Hgo. Ramírez y Palma (op.cit.) lo citan para el tipo de vegetación pino-encino, con una altura que oscila entre 1800 a 2200 msnm con los siguientes climas (A), (fm), C(w<sub>2</sub>)(w) que corresponden al templado húmedo y un porcentaje considerable de la precipitación es en forma de llovizna acompañada de abundante nubosidad, que son factores

que mantienen una alta humedad relativa durante una buena parte del año. Y por último el suelo que presenta materiales como lutita y arenizca semejantes a los de Tolantongo y Meztitlán, no así con el clima que es del tipo BS correspondiendo a los secos.

### CONCLUSIONES

La población de C. senilis crece bajo las siguientes características:

- 1.-clima del tipo BS y a veces del tipo C
- 2.-pendientes muy pronunciadas
- 3.-altitud entre los 1200
- 4.-como elemento del matorral crasicaule y bosque de pino-encino
- 5.-en grandes extensiones sobre laderas ricas en carbonatos de calcio
- 6.-la población se encuentra vulnerable y de seguir así pasarán a la categoría de peligro en extinción
- 7.-la estructura de la población no es estable ni estacionaria
- 8.-existe una relación positiva entre el diametro y la altura
- 9.-la densidad es aproximadamente de 110 individuos por  $100 \text{ m}^2$
- 10.-la aparición de flor y fruto es en los meses de abril y mayo
- 11.-la fisonomía de los individuos revela que la mayoría tiene una altura de 3 a 6 m.
- 12.-la población presenta un tipo de distribución espacial del tipo agregada .

- Anónimo. 1934. Órgano de la agencia general de la Secretaría de Agricultura y Fomento. 1(4):6
- Anónimo. 1980. Plantas en peligro de extinción. *Biótica* 8(3):64-67
- Bracamontes, R. 1978. Notas sobre la Barranca de Tolantongo, Hgo. *Cact. Suc. Méx.* 23(2):42-46
- Bravo, H. 1937. Las Cactáceas de México. UNAM, pp. 204-211
- \_\_\_\_\_ 1978. Las Cactáceas de México. UNAM, pp. 666-671
- Britton y Rose. 1963. *The Cactaceae. Description and illustration of plants of the cactus family.* Dover Publ.
- Brower, G. and J. Bar. 1979. Field and Laboratory methods for general ecology. Wm. Brown Co. Publ. 109-129
- Cain, S. 1951. Fundamentos de fitogeografía. EUDEBA, Buenos Aires
- Cantú, T. S. 1953. La vega de Mezquitlan, Hgo. *Soc. Méx. Geog. Est.* (75):9-12
- Cox, G. 1980. Laboratory manual of general ecology. Wm. Brown Co. Pub.
- Cruz, R. 1978. Algunos aspectos autoecológicos de plantas de zonas áridas y semiáridas. *Bol. Soc. Sic. Méx.* (23):57-62
- Del Castillo, R. 1983. Ferocactus histrix: distribución geográfica y hábitat. *Bol. Soc. Suc. Méx.* 28(1):3-10.
- Dobzhansky, T. 1975. *Génetica del proceso evolutivo.* Ed. Extemporaneos
- Fasham, M. 1977. A comparison non-metric multidimensional scaling principal components and reciprocal averaging for the ordination of simulated coenoclinas and coenoplanos. *Ecology* (28):551-561
- Field, R. 1963. Notas de Australia. *Bol. Soc. Suc. Méx.* 13(3):74
- Fraser and Pieper, R. 1972. Growth characteristic of Opuntia imbricata (Haw) DC in New Mexico. *South Nat.* 17(3):229-237
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köepen. *Inst. Geog., UNAM.*
- \_\_\_\_\_ 1980. Apuntes de climatología. *Inst. Geog., UNAM*

- González-M., F. e P. Hiriart. 1978. Excursión a la barranca de Tolantongo, Hgo. Guías Botánicas de Excursiones Soc. Bot. Méx. No. 3
- Greenwood, E. 1964. Notas sobre la orientación fototrópica del *Pseudocephalio* en dos especies mexicanas de Cephalocereus. Soc. Bot. Méx. 8(1):3-7
- Harper, J. and R. White. 1974. The demography of plants. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5:360-450
- \_\_\_\_\_ 1977. Populations biology of plants. Acad. Press.
- Hiriart, P. 1981. Vegetación y fitogeografía de la Barranca de Tolantongo, Hgo., Tesis Fac. Ciencias, UNAM.
- Hutchinson, E. 1981. Introducción a la ecología de poblaciones. Blume.
- Krebs, C. 1978. Ecology. Harper and Roe.
- Malthus, R. 1951. Ensayo sobre el principio de la población. FCE, Méx.
- Martínez, R. 1938. Protección a los cactus gigantes. Méx. Forest. 16(7):48
- Mastrangel, W. 1953. The mexican old man. Cac. Jour. Suc. Amer. 25(2):55-56
- Miranda, F. 1955. Formas de vida vegetales y el problema de la delimitación de las zonas áridas de México. Inst. Méx. Rec. Nat. Renov. Méx.
- Niering, W., R. Whittaker, C. Lowe. 1963. The saguaro. Science 142(3588):15-23
- Otero, F. 1968. Excursión a la barranca de Tolantongo, Hgo. Cac. Suc. Méx. 13(4):80-81.
- Amírez, R. y G. Palma. 1980. Proyecto para una reserva ecológica en Huayacocotla, Ver. INIREB
- Sánchez, H. 1978. Manual de campo de las cactáceas y suculentas de la barranca de Mezquitlán, Hgo. Soc. Méx. Cact., publ. #2
- \_\_\_\_\_ 1982. Problemas en el control del comercio de las cactáceas. Act. Suc. Méx. 25(2):27-31
- Sarukhán, J. 1978. Studies on the demography of tropical trees. En: Zimmerman and Tomlinson (ed.), Tropical trees as living systems.

- Oegerstrom, K. 1962. Ecology of the south central Hidalgo and north eastern México. US. Geol. Survey Bull. 1104(c):88-162
- Smith, K. 1980. Ecology and Field Biology. Harper and Row, USA
- Tanner, J. 1978. Animal populations. Univ. Tennessee Press
- Whittaker, R. 1979. Communities and ecosystems. MacMillan
- Vovides, G. 1980. Plantas en peligro de extinción. Biótica 11(4):20-35
- Yeaton, Y. 1978. A cyclical relationship between Larrea tridentata and Opuntia leptocaulis in the norther Chihuahuan desert. J. Ecol 66(2):651-656
- \_\_\_\_\_ and Cody. 1979. The distribution of cacti along enviromental gradients in the sonoran and mohave desert. J. Ecol. 67(2):529-541.