



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

“ASPECTOS ECOLOGICOS Y FENOLOGICOS DE
UN PASTIZAL SEMIARIDO DE COXCATLAN,
PUEBLA.”

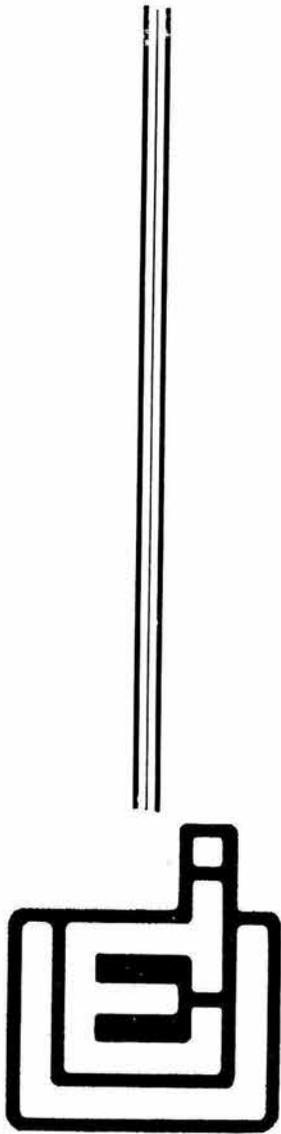
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A ;

ANTONIA TRUJILLO HERNANDEZ



MEXICO, D. F.,

1988



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



ESCUELA SUPERIOR DE PROFESIONALES QUÍMICOS

Este trabajo se realizó en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, bajo la dirección del Biol. José Luis Andrade Torres .

DEDICATORIA

A MIS QUERIDOS PADRES : Por todo el apoyo y confianza que me brindaron a lo largo de todos mis estudios.

*A MIS HERMANOS : Por el apoyo moral y economico que me brindaron durante mi carrera.
Porque todos y cada uno de ellos logre sus anhelos en lo profesional y lo familiar.*

A TODOS MIS MAESTROS: Por darme la mejor y más valiosa de las flores la del conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

Al Biologo José Luis Andrade Torres por el asesoramiento y colaboración prestadas para la realización de este trabajo.

A la Biologa Olivia Hernández Gonzales por su apoyo y colaboración en el desarrollo de este trabajo.

A la Biologa Marina Mendieta Saavedra por la ayuda y colaboración prestadas durante la realización de este trabajo.

A la M. en C. Martha O. Salcedo Alvarez por las facilidades proporcionadas en el laboratorio de Fisiología Vegetal para la realización del presente trabajo.

Al Biologo Alberto Arriaga Frias por su colaboración y apoyo proporcionados durante el desarrollo y revisión de este trabajo.

Al Biologo Manuel Mandujano Piña por su apoyo y colaboración para la realización de este trabajo .

A todos los que de alguna manera contribuyeron a la realización de este trabajo mi más sincero agradecimiento.

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
Objetivos Generales	7
Objetivos Particulares	7
ANTECEDENTES	8
PRODUCTIVIDAD	8
Factores que influyen en la Productividad	9
I. Clima	10
II. Suelo	11
III. Disponibilidad de Agua	11
IV. Comportamiento Fotosintético C_3 - C_4	12
Plantas Intermedias	
FENOLOGIA	13
A) Germinación y Control de la Germinación	13
a) Letargo	14
b) Temperatura	15
c) Luz	15
B) Floración y Factores que Influyen en la Floración	16
C) Producción de Semillas	17
D) Viabilidad de Semillas	18
MATERIAL Y METODO	20
ETAPA 1	
I. Localización y Características de la Zona de Estudio	20

1) Colecta de Organismos	22
2) Cuantificación de Biomasa	22

ETAPA 2

1) Período de muestreo 1986	22
2) Registro de parámetros medio ambientales	23
I. Temperatura ambiental	23
II. Precipitación Pluvial	23
3) Muestreo Edafológico	23
4) Variables Fenológicas	24

ETAPA 3

A) Comportamiento Fotosintético	25
B) Desarrollo en Ambiente Controlado	26
C) Germinación y Viabilidad de las Semillas	27
I) Germinación	27
II) Prueba de Viabilidad	27
III) Desarrollo	28
D) Análisis de Resultados	28

RESULTADOS Y DISCUSION

Formas de vida	29
Productividad Mensual por Especie	29
Productividad Anual por Especie y Total	33
Viabilidad y Germinación	33

FACTORES AMBIENTALES

1. Precipitación Pluvial	39
2. Temperatura	40
3. Humedad Relativa	43

FACTORES EDAFICOS	43
-------------------	----

COMPORTAMIENTO FOTOSINTETICO	46
------------------------------	----

FENOLOGIA	47
Observaciones en Campo	47
En Ambiente Controlado	48
CONCLUSIONES	52
BIBLIOGRAFIA	54

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Fig.		
1	Distribución de zonas áridas y pastizales	3
2	Localización de la zona de estudio	21
3	Productividad mensual por especie 1985	31
4	Productividad mensual por especie 1986	32
5	Productividad anual total por especie	34
6	Productividad total y precipitación pluvial	35
7	Productividad anual total del área	36
8	Temperatura y humedad relativa	41
9	Fenología de las especies en campo (1985 y 1986)	49
Cuadros		
1	Especies encontradas y Formas de vida	30
2	Determinación del comportamiento fotosintético, % de viabilidad y germinación.	38
3	Precipitación pluvial mensual y anual	42
4	Características físico-químicas del suelo	44

En el presente trabajo se estudiaron algunos aspectos ecofisiológicos de las especies que constituyen el pastizal semiárido localizado en el Municipio de Coxcatlán, Pue.

Se realizaron muestreos durante la época de lluvias de dos años consecutivos (1985 y 1986) para cuantificar la biomasa mensual y anual por especie y total por el área. También se determinaron: su forma de vida, sus fases fenológicas en campo y ambiente controlado, la viabilidad y % de germinación de sus semillas, además se identificó el comportamiento fotosintético de los organismos colectados, así mismo se realizó un análisis edafológico con determinación de algunos nutrientes como N, K, P, Ca, Mg y Na.

Se encontraron las siguientes especies: Flaveria anomala Robinson, Florestina pedata Cass; Portulaca pilosa L.; Cassia vogeliana Schlecht; Allionia incarnata L.; Euphorbia sp.; Bouteloua parryi Griffiths; Sporobolus airoides Torr; Elymus canadensis L.; Enneapogon devauxii Beauv.

La mayor productividad se obtuvo en el año de 1986 para la mayoría de las especies y para el área en general.

En campo se presentó una separación temporal de las especies, durante su desarrollo, con cortos ciclos de vida y predominancia de hemicriptófitos. En ambiente controlado sólo se llegó a la fase vegetativa de algunas de las especies, en cuanto a germinación y viabilidad los mayores porcentajes fueron para Portulaca pilosa y Cassia vogeliana respectivamente, sin embargo se obtuvo baja sobrevivencia después de la germinación.

Con respecto al comportamiento fotosintético hubo predominancia de plantas C_4 y solo Cassia vogeliana; Florestina pedata y Portulaca pilosa fueron plantas $C_3 - C_4$.

Por otra parte el análisis edafológico no mostró diferencias significativas, en su color, textura y densidades en general, en cuanto a nutrientes se encontraron cantidades significativas de Ca, Mg y K, buen aporte de N, poco P disponible, y Na en cantidad poco significativa.

De acuerdo a lo anterior se encontró que existe una cierta relación entre la productividad y la precipitación pluvial, sin embargo está no fue determinante para afectarla en el tiempo en que estas disminuyeron.

En ambiente controlado los organismos alargaron su fase vegetativa y sufrieron algunas modificaciones en su morfología. En campo las fluctuaciones del medio ambiente afectaron el desarrollo de los organismos así como la presencia de ellos de un año a otro.

Las regiones áridas y semiáridas en nuestro país ocupan una extensión de más del 60% del área total. Su clima se caracteriza por sus lluvias escasas, de tipo torrencial, irregulares y estacionales con un promedio anual de más de 400 mm para zonas semiáridas y menos de 100 mm para regiones más secas, además de presentar humedad atmosférica y nubosidad bajas, intensidad luminosa alta, temperatura con oscilaciones diurnas y estacional extremas, vientos fuertes, elevada evaporación, suelos básicos y de colores claros (Bravo 1978; Rzedowski 1975, 1978 ; Goodall 1981).

Por lo que a su vegetación se refiere, según el predominio de las formas biológicas que forman parte de su composición y cuyos rasgos característicos están determinados por las condiciones ambientales, se han distinguido las siguientes comunidades : **matorral xerófilo , selva baja caducifolia inerte, selva baja caducifolia espinosa y pastizales** (según Bravo 1978), donde sus componentes principales son los que integran la familia Cactaceae , Compositae , y Gramineae. Las comunidades formadas por esta última familia constituyen los pastizales los cuales ocupan grandes extensiones en las zonas áridas y semiáridas donde según Hernández X. (1953, 1954, 1960, citado por Rzedowski 1978) se distinguen dos categorías : los pastizales climáticos y los edáficos adaptados a suelos salinos o alcalinos y yesosos.

Esta comunidad presenta gran variedad en cuanto a su composición florística, fisonómica, fenológica y requerimientos ecológicos , así como su preponderancia de hemicriptófitos, terofitos y caméfitos (Rzedowski, 1975) , teniendo además un papel clave en estas zonas ya que provee de forraje para animales de uso doméstico , así como una cubierta vegetal que protege la superficie del suelo de la erosión (Rzedowski, 1978).

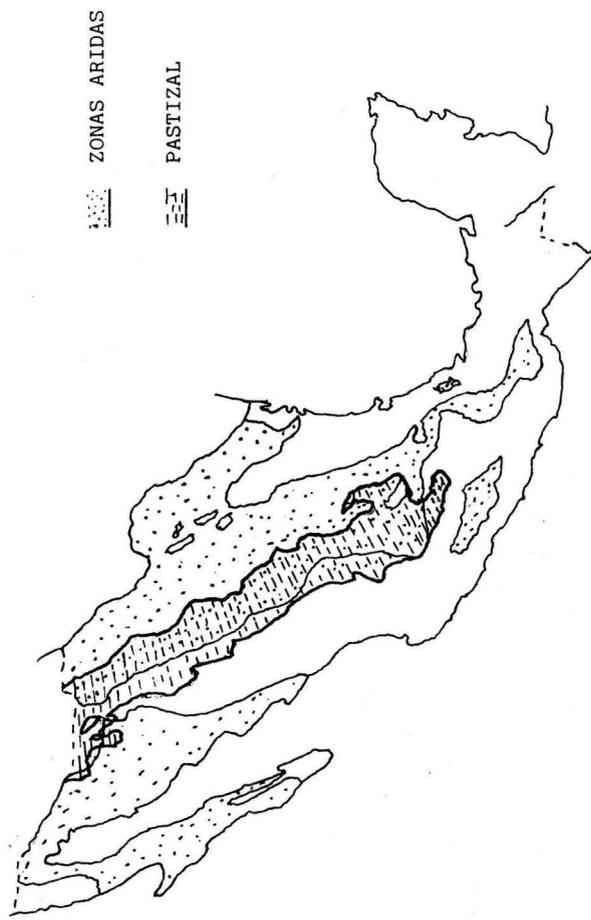


Figura 1. Mapa de las regiones áridas y semiáridas de México: Baja California ; Planicie Costera del noroeste ; Altiplanicie ; Planicie Costera del noreste ; Valle de Tehuacan - Cuicatlán. Y Distribución de los pastizales en las mismas (Rzedowski, 1978).

Por otra parte Jackson (1983) menciona que la heterogeneidad en la disponibilidad del agua originada por las diferencias topográficas y edáficas se ve reflejada en la productividad y desarrollo de la vegetación cuyas adaptaciones se hacen evidentes a través de la presencia de plantas perennes y anuales, estas últimas responden al adecuado suministro de agua con un rápido desarrollo, de ahí que posean un contráctil ciclo de vida que las hace estacionalmente sensitivas.

Es por todo lo anterior que el ciclo de vida de estas comunidades se restringe a cortos períodos de suficiente humedad, llevando a cabo su germinación después de una lluvia de 25 mm o más (Went, 1949), por otra parte con un suministro adecuado de agua durante períodos cortos se lleva a cabo el proceso de floración y formación de semillas (Salisbury, 1978; Mott 1979 citado por Goodall 1981), mediante dos estrategias principales como son: tolerancia a la sequía exhibida por plantas perennes, y evasión a la sequía presente en plantas anuales (Levit 1972 citado por Goodall 1981). Sin embargo en condiciones más limitadas de humedad, las especies anuales completan su ciclo de vida antes de florecer (Went 1953; Koller 1964, citados por Goodall 1981), en otras ocasiones pueden producir semillas sólo para reemplazar a las que lograron germinar inicialmente (Went, 1948).

De acuerdo a Muller (1978) la actividad biótica de una comunidad es seguida por los ciclos anuales de los parametros medioambientales que a su vez regulan las características fenológicas de las especies para la utilización de un recurso específico el cual puede exhibir una periodicidad temporal y por tanto también una separación temporal de las especies, reduciendo así la competencia entre ellos, incrementando la diversidad e influyendo en su estabilidad y productividad.

También se ha sugerido (Fischer y Turner, 1978) que la productividad de un ecosistema de este tipo se encuentra limitado por la adecuada disponibilidad de agua en la que se implica la pérdida por transpiración de la vegetación, evapo-

ración del suelo, potenciales hidricos del suelo y la planta y el uso eficiente del agua durante la captación del CO_2 , lo cual contrasta con la eficiencia fotosintética que presenta diferentes tipos de respuesta, resultado de la selección de plantas C_3 y C_4 en las diferentes condiciones medio ambientales, donde de sus respectivas altas tasas fotosintéticas les confieren una ventaja competitiva (Ode, 1980) en el cual las plantas C_4 por su resistencia a stress de agua, elevada temperatura e intensidad luminosa alta, así como la morfología de sus órganos fotosintetizadores como es la presencia de la anatomía de "Kranz" (indicadora de la fotosíntesis C_4), las hacen adecuadas para hábitats áridos, mientras que las plantas C_3 por sus requerimientos de menores temperaturas, adecuado suministro de agua e intensidad luminosa menor, las hacen poco frecuentes y productivas en dichas zonas (Münir, 1981; Larcher, 1977). Es por esto que Fisher y Turner (1978) establecen un rango de 110 - 140 Kg/Ha.día para especies C_3 y 207 Kg/Ha.día para especies C_4 .

Por otra parte se ha demostrado que la productividad en zonas áridas o semiáridas crece linealmente con las lluvias y puede ascender hasta 1000 Kg/Ha por cada 100 mm de lluvia, así como también puede sufrir ciertas oscilaciones dentro de una misma área, siendo elevada cuando la cantidad de lluvia es alta y menor cuando está descendiendo, lo cual se manifiesta en la composición de la vegetación (Walter, 1977).

Dentro de las zonas áridas que se encuentran en nuestro país existen tres grandes extensiones muy importantes que son; la zona árida sonorense, la zona árida chihuahuense y la zona árida comprendida entre Querétaro, Hidalgo y Puebla siendo esta última de gran importancia por los géneros endémicos que prevalecen en algunas de sus regiones y donde su clima árido crea condiciones peculiares para el desarrollo de la mayor parte de las especies

de las comunidades vegetales dentro de los que se encuentran los pastizales, los cuales como se menciono anteriormente presentan una gran importancia ecológica y económica y cuyos estudios han sido enfocados principalmente a trabajos de tipo económico con el fin de obtener un máximo rendimiento para la producción pecuaria, principalmente en los estados que sostienen una importante cantidad de ganado en sus pastizales, así mismo se han hecho algunos análisis de la composición química de varios pastos entre los que se encuentran pastos hálófitos y "navajita" (Vargas, 1982), sin embargo existen pocos trabajos en relación a su estructura ecológica y desarrollo en zonas semiáridas.

Es por todo lo anterior y puesto que este tipo de vegetación no ha sido objeto de estudios ecofisiológicos, siendo estos esenciales para obtener información sobre el conocimiento de las propiedades fenológicas y ecológicas relacionadas con la productividad y comportamiento fotosintético presente en estas zonas, se planeó el presente trabajo en un pastizal semiárido de Coxcatlán Puebla., con el fin de contribuir a un mayor conocimiento sobre algunos aspectos de la ecofisiología de los pastos de este tipo de zonas.

En base a lo anterior se plantearon los siguientes objetivos de trabajo :

OBJETIVOS GENERALES :

- I.- Determinación de las especies del área.*
- II.- Descripción de la estructura de la comunidad vegetal.*
- III.- Determinación del comportamiento ecofisiológico de dicha comunidad , durante su ciclo de vida.*
- IV.- Cuantificación de la productividad.*

OBJETIVOS PARTICULARES :

- 1) Determinación de la diversidad y abundancia de las especies en relación al tiempo, por medio de la cuantificación de bio masa de los organismos encontrados.*
- 2) Determinación de las principales variables fenológicas, tanto en campo como en ambiente controlado:*
 - a) Germinación.*
 - b) Crecimiento longitudinal.*
 - c) Período vegetativo (cobertura).*
 - d) Período de floración*
 - e) Senescencia.*
- 3) Cuantificación de factores edáficos : Textura, Color, pH, Intercambio Catiónico, % de Materia Orgánica, Densidad Real , Densidad Aparente, % de Porosidad, y algunos elementos como; Nitrógeno, Sodio, Potasio, Fósforo, Calcio y Magnesio.*
- 4) Registro de parámetros medio ambientales: Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación Pluvial.*
- 5) Identificación del Comportamiento Fotosintético de las prin cipales especies mediante cortes histológicos.*

ANTECEDENTES

Según Rzedowski (1975, 1978) los pastizales ocupan aproximadamente de 10-12% del territorio mexicano, desde el Altiplano a lo largo de la base de la Sierra Madre Occidental, noroeste de Chihuahua, Coahuila, San Luis Potosí, Tamaulipas Durango, noreste de Jalisco, Sonora, zonas vecinas de Guanajuato, Oaxaca y Puebla (Miranda, 1963; Beltrán, 1964; Rzedowski, 1978), fig. #1.

La comunidad vegetal donde el papel principal corresponde a las gramíneas se llama **Pastizal o Zacatal** (Rzedowski, 1978), denominación que incluye biocenosis muy diversas como los pastizales y zacatales de Miranda y Hernández X. (1963) y la "savannah" y "mesquite grassland" de Leopold (1950 citado por Rzedowski, 1978).

PRODUCTIVIDAD.

Salisbury (1978) y Larcher (1977) mencionan que la medida de la eficacia de la productividad de una comunidad vegetal es considerada como la cantidad de materia orgánica seca en una superficie determinada y en la unidad de tiempo correspondiente, es tanto mayor como elevada sea la tasa de asimilación de las especies vegetales que componen la población, por lo que el consumo, crecimiento y desarrollo dirigen la distribución y tipo de utilización de los productos de asimilación, así como también los mecanismos de regulación se encargan de un suministro equitativo del organismo.

Por otra parte Snaydon (citado por Younger, 1972) establece

que en pastizales semiáridos la productividad de pastos naturales y seminaturales es usualmente limitada por la disponibilidad de agua, mientras que las bajas temperaturas presentes en invierno descienden la productividad, en verano puede ascender debido a la presencia de especies perennes. Una productividad primaria neta para anuales, es reportada por Gupta (1972, citado por Goodall, 1981), que varía de 30 - 200 gr./m² en zonas áridas y entre 100 - 600 gr./m² en zonas semiáridas, tales datos son relacionados directamente con la precipitación y sugieren la existencia de una clara proporción de variación en la productividad de ecosistemas áridos, lo cual podría ser estimado por medio de una regresión lineal sobre la precipitación.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCTIVIDAD.

1. CLIMA

Las condiciones climáticas pueden afectar grandemente el desarrollo y composición de las comunidades vegetales, ya que los frecuentes cambios cíclicos que sufre el medio ambiente son determinantes en la distribución de las plantas, su resistencia a condiciones adversas depende de las adaptaciones bioquímicas, fisiológicas y estructurales (Villiers, 1979) por lo que la existencia de una especie en un cierto hábitat dependerá no solo de su resistencia a climas adversos, sino también a la habilidad de sincronizar sus ciclos de crecimiento y reproducción a través de las estaciones.

En respuesta a las señales climáticas, se pone de manifiesto la capacidad de resistencia al frío y calor, en una suspensión temporal del crecimiento, o pérdida total o parcial de sus partes aéreas (carácter deciduo). Mientras que su desarrollo puede alterar se : produciendo *escamas protectoras, espinas, hojas vicidas y tomentosas, ramificaciones del tallo y engrosamiento del mismo, sistema de raíces extenso, profundo o superficial*, además de causar *cambios de su crecimiento vegetativo al reproductivo* (Villiers, 1979 ; Thomas, 1977 ; Walter, 1977 ; Ofir, 1986).

39. SUELO.

Según Fuller (1974, citado por Goodall, 1981) los suelos de regiones áridas difieren en su permeabilidad a las lluvias, generalmente solo la superficie del suelo es humedecida, por lo que una mayor penetración de agua dependerá principalmente de la textura y capacidad del suelo. Siendo la humedad el factor más limitante para el desarrollo de las plantas, su disponibilidad estará determinada por la acumulación de agua en el suelo, la cual dependerá de la humedad derivada de la precipitación, pérdida por evaporación controlada por la topografía, pérdida por transpiración y percolación.

Por otra parte Meidner (1972, citado por Goodall, 1981), menciona que la disminución de la humedad disponible del suelo influye sobre la tasa de transpiración

III. DISPONIBILIDAD DE AGUA

De acuerdo a Larcher(1977) la economía hídrica de una población vegetal y de la zona ocupada por la raíz, consta del suministro de agua por parte de la precipitación sin aporte de otro medio, así como también el agua almacenada en la masa vegetal, ya que el contenido máximo en agua de la vegetación oscila diaria y anualmente en la fase de follaje, la productividad de una planta se relaciona más con la disponibilidad de agua que cualquier otro factor (Salisbury, 1978).

Generalmente la planta presenta una máxima respuesta de transpiración, dictada por las condiciones climáticas, por lo que la toma de CO_2 y la transpiración en regiones áridas, se acoplan para un uso eficiente del agua (Bjorkman, 1972 ; Fischer, 1978).

Youngner(1972) menciona ciertos índices que caracterizan el uso del agua, entre los que se encuentran la producción de materia seca en relación a la cantidad de agua suministrada, o en relación a la evapotranspiración, la cual se encuentra ligada a la humedad disponible en el suelo junto con la humedad atmosférica (Fischer, 1978).

IV. COMPORTAMIENTO FOTOSINTÉTICO C_3 y C_4

A. Existen diversas hipótesis en cuanto a la estructura y funcionamiento de ecosistemas, que exhiben organismos de tipo C_3 y C_4 , entre estas se encuentran :

1.) La segregación geográfica de las plantas C_4 las cuales se localizan principalmente en zonas áridas, por lo

que si ambos tipos (C_3 y C_4) se encuentran en un mismo sistema ecológico son segregados a lo largo de microambientes específicos.

2.) En sistemas donde existen marcadas diferencias estacionales en temperatura se puede esperar una mezcla de especies $C_3 - C_4$ con separación temporal en la producción primaria (Ode, 1980).

3.) En un ecosistema de medioambiente variado podrían mostrar mayor productividad con una combinación de ambos tipos fotosintéticos, debido a que las plantas C_4 son capaces de fijar altas tasas de CO_2 que las C_3 especialmente a bajas concentraciones de CO_2 intracelular, en condiciones de elevada irradiación solar, alta temperatura y baja disponibilidad de agua (Ode, 1980 ; Bidwell, 1979; Salisbury, 1978).

B.- PLANTAS INTERMEDJAS C_3-C_4

De acuerdo a diversas investigaciones se ha sugerido que las plantas C_4 han evolucionado de ancestros que presentaban la vía fotosintética C_3 lo cual a ocurrido durante mucho tiempo en diversos grupos taxonomicos. En el presente la precisa transición de está evolución a nivel anatómico, fisiológico y bioquímico desde una planta C_3 a una C_4 no es clara. Sin embargo se cree que estudios sobre especies intermedias podrían proveer de información sobre la evolución de la fotosíntesis C_4 (Moore, 1984 ; Brown, 1985).

Se ha encontrado una ocurrencia natural de especies intermedias las cuales han sido establecidas en el genero *Panicum*, *Mollugo* y *Moricandia* principalmente. La naturaleza intermedia de estas especies se basa en la presencia de la anatomía "Kranz", bajo punto de compensación de CO_2 y un reducido nivel de fotorrespiración (Ku, 1983 ; Brown, 1985).

Más recientemente se han identificado especies del genero *Flaveria* como plantas intermedias C_3-C_4 las cuales **presentan un rango variado en el desarrollo de la anatomía "Kranz" y no "Kranz" de la hoja**, siendo *Flaveria ramosissima* y *Flaveria anomala* las especies que exhiben una distintiva anatomía "Kranz" mientras que otras intermedias como : *Flaveria floridana*, *Flaveria linearis* y *Flaveria pubescens*, presentan un menor desarrollo en dicha anatomía (Holaday, 1984 ; Ku, 1983 ; Moore, 1984 ; Russell 1984 ; Nakamoto, 1983).

FENOLOGIA

A) GERMJNACION Y CONTROL DE LA GERMJNACION.

La germinación es considerada como la activación de un embrión, que se encontraba en estado de quiescencia o reposo, cuando se coloca bajo condiciones favorables para su crecimiento se activa el mecanismo que principia con la toma de agua y la ruptura de la testa (Villiers, 1979; Devlin, 1980).

En las zonas áridas la germinación de las semillas es

severamente restringida por diferentes tipos de control tales como : *letargo, la presencia de una testa dura, la necesidad de periodos alternos de frío y calor* (Goodall, 1981). En algunas plantas anuales la germinación es posible después de un periodo mínimo de falta de agua, experimentado por la semilla, y seguido por un intervalo de lluvias dentro de un rango determinado de temperaturas, lo cual permite su sobrevivencia en este tipo de climas (Villiers, 1979 ; Thomas, 1977; Went, 1949) .

a) Letargo.

Es descrito por Devlin (1980) como la detención del crecimiento y desarrollo de semillas brotes y otras partes de las plantas bajo condiciones desfavorables para su crecimiento, las cuales pueden ser factores del medio ambiente : agua, temperatura , y factores internos como la concentración de inhibidores del crecimiento, la presencia de una envoltura dura y fuerte impermeable al agua u oxígeno (Ofir, 1986).

En regiones áridas el letargo es de gran importancia ya que la germinación y desarrollo pueden ser manejados durante los cortos periodos de lluvia por lo que las semillas que pueden mantener su viabilidad mediante el letargo, presentan una buena oportunidad para sobrevivir, además de que no todas germinan al mismo tiempo, por lo que pueden presentar una distribución espacial variada. (Devlin, 1980 ; Villiers, 1979 ; Kovda, 1974 citado por Goodall, 1981).

b) Temperatura.

Devlin (1980) establece la existencia de una interrelación entre la temperatura y la luz, para la germinación, por lo cual hace referencia a los resultados obtenidos en la germinación de semillas de pastos puestas a baja temperatura con una anterior irradiación de luz roja y elevada temperatura, observando un elevado porcentaje de germinación.

Por otra parte Kozłowski (1972) menciona la importancia de la temperatura para vencer el letargo en la germinación, establece que para semillas recién cultivadas una temperatura de 30°C es la más adecuada, mientras que temperaturas de 15°C favorecen la germinación de algunos organismos.

c) Luz.

Con respecto a los requerimientos de luz para la germinación se ha observado una variada respuesta, Devlin (1980) menciona que en algunos casos las semillas necesitan un requerimiento absoluto de luz, sin embargo en otras ocasiones tiene un efecto inhibitorio, por otro lado se ha observado que períodos alternos de luz y oscuridad son necesarios para la germinación de algunas semillas (Kozłowski, 1972).

BI FLORACION Y FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FLORACION.

Según Knot (citado por Devlin, 1980) las hojas son los receptores de los estímulos que inducen la floración, aduce que durante el ciclo fotoinductor se produce florígeno el cual es traslocado al ápice apical induciendo así la floración.

En regiones áridas y semiáridas el proceso de floración se caracteriza por su adaptación a la época de lluvias. Beatty (1974, citado por Goodall, 1981) menciona que algunas especies muestran variación en respuesta a la floración para cambios fotoperiódicos (**Fotoperíodo**) a lo que Devlin (1980) describe como la respuesta de una planta a lapsos relativamente largos de luz y oscuridad, donde la intensidad y calidad de la misma puede ser modificada en virtud de la magnitud de la respuesta, puesto que la luz afecta el control del flujo de azúcares a regiones meristemáticas capaces de iniciar la floración.

Por otro lado el mismo autor menciona que mientras largos periodos de oscuridad determinan la iniciación de primordios foliares, largos periodos de luz influyen en el número de primordios florales.

Sin embargo Mott (1972, citado por Goodall, 1981) menciona que **las zonas áridas por su posición en el Ecuador o en latitudes medias, poseen un determinado rango de temperatura y fotoperíodo, por lo que se hace poco obligado los**

requerimientos de temperatura y fotoperíodo para el florecimiento de las plantas en dichas zonas, por lo tanto algunos organismos pueden florecer en cualquier época del año dependiendo sólo de la disponibilidad de agua.

CI PRODUCCION DE SEMILLAS.

Básicamente la semilla es la estructura para la reproducción tanto de las plantas anuales como de las perennes, sin embargo para las plantas anuales representan el único mecanismo por el cual sobreviven al invierno o sequía, mientras que en perennes dependen principalmente de su estado vegetativo y las semillas resultan ser sólo un método subsidiario de reproducción (Kovda, 1974, citado por Goodall, 1981).

Bajo condiciones extremas con lluvia anual de 43 mm es poco el desarrollo de los organismos vegetales por lo que durante mucho tiempo la germinación es muy limitada, con apenas suficiente lluvia para plantas anuales las que a su vez producen pocas semillas, solo las necesarias para reemplazarse a si mismas. En condiciones menos extremas la producción de semillas por planta es más grande, en promedio cada semilla que llegara a germinar puede producir de 10 a 20 semillas viables (Went, 1973, op. cit).

DI VIABILIDAD DE LA SEMILLA .

Para condiciones áridas es poco lo conocido sobre este tema Mott (1972, citado por Goodall, 1981) y Kozłowski (1972) describen la viabilidad como la capacidad de germinación que tienen las semillas, lo cual es utilizado con frecuencia como un método directo para probar su habilidad para germinar tanto en semillas que no están en reposo como en semillas en reposo, las cuales pueden germinar después de la escarificación, estratificación, tratamientos con temperatura y mediante la aplicación de promotores de la germinación, puesto que en algunos casos la retención de la germinación se debe principalmente a la cubierta o testa de la semilla, por lo que la remoción de ésta causa un inmediato desarrollo del embrión. Siendo lo anterior de gran importancia se ha establecido que la calidad de la superficie de la semilla tiene un significativo efecto sobre su germinación, ya que algunas semillas producen una copiosa capa mucilaginosa sobre su testa lo cual incrementa la superficie de contacto entre el suelo y la semilla facilitándole así la toma de agua y subsecuente germinación.

Se ha hecho mención de que ciertas plantas producen semillas en gran cantidad, sin embargo su viabilidad es reducida a cortos periodos (Went, 1949). Al respecto Cota (1985) menciona que el lapso que la semilla permanece viable está determinado genéticamente y es modulado también por factores

del medio ambiente. por lo que la viabilidad de las diversas especies es diferente y característica en cada especie y variedad, por lo tanto no es posible establecer un patrón entre semillas que no pertenezcan a la misma especie.

7.- Localización y características de la zona de estudio.

El municipio de Coxcatlán Puebla se localiza entre los paralelos $18^{\circ} 10' 8''$ - $18^{\circ} 6' 7''$ latitud norte y $97^{\circ} 10'$ - $97^{\circ} 15'$ longitud oeste de Tehuacán Pue. (Fig. 2) a una altitud entre los 1000 - 1500 m.s.n.m. (D.E.T.E.N.A.L., 1976). Sus límites son al norte por San Sebastian ; al sur por Manhuatipan y Teopoxco ; al oeste por San Gabriel Chilac y San José Michuatlán ; al este por Zoquitlán y Santa María Coyopeapan (Vargas, 1982).

Su clima según Koeppen modificado por Enriqueta García (1973), es BSh' con precipitación media anual de 400 - 575 mm. con 90 o más días de lluvia distribuidas en los meses de Mayo - Octubre.

Presenta una morfología de planicies con pequeñas terrazas de pendiente suave, con vegetación de tipo microfilo con dominancia de gramíneas de distribución heterogénea a lo largo de toda la zona (García, 1980 ; D.E.T.E.N.A.L., 1976), entre las especies reportadas para este lugar se encuentran : Setaria corrugata (Weigel) Shult ; Cenchrus incertus Ma. Curtis ; Bouteloua parryi Griffiths ; Festuca dartonesis Aschers y Graebn ; Cathaestecum erectum Vasey y Hach ; Sporobolus airoides Torr (Vargas, 1982).

La realización de este trabajo se llevo a cabo en las siguientes 3 etapas :

ETAPA 1

Metodología para seleccionar el Area de Trabajo.

Se realizó un muestreo piloto con diseño aleatorio simple donde se eligió una área de 625 m^2 en la cual se trazaron 25 cuadrantes de 1 m^2 de los cuales se muestrearán 17, durante la época

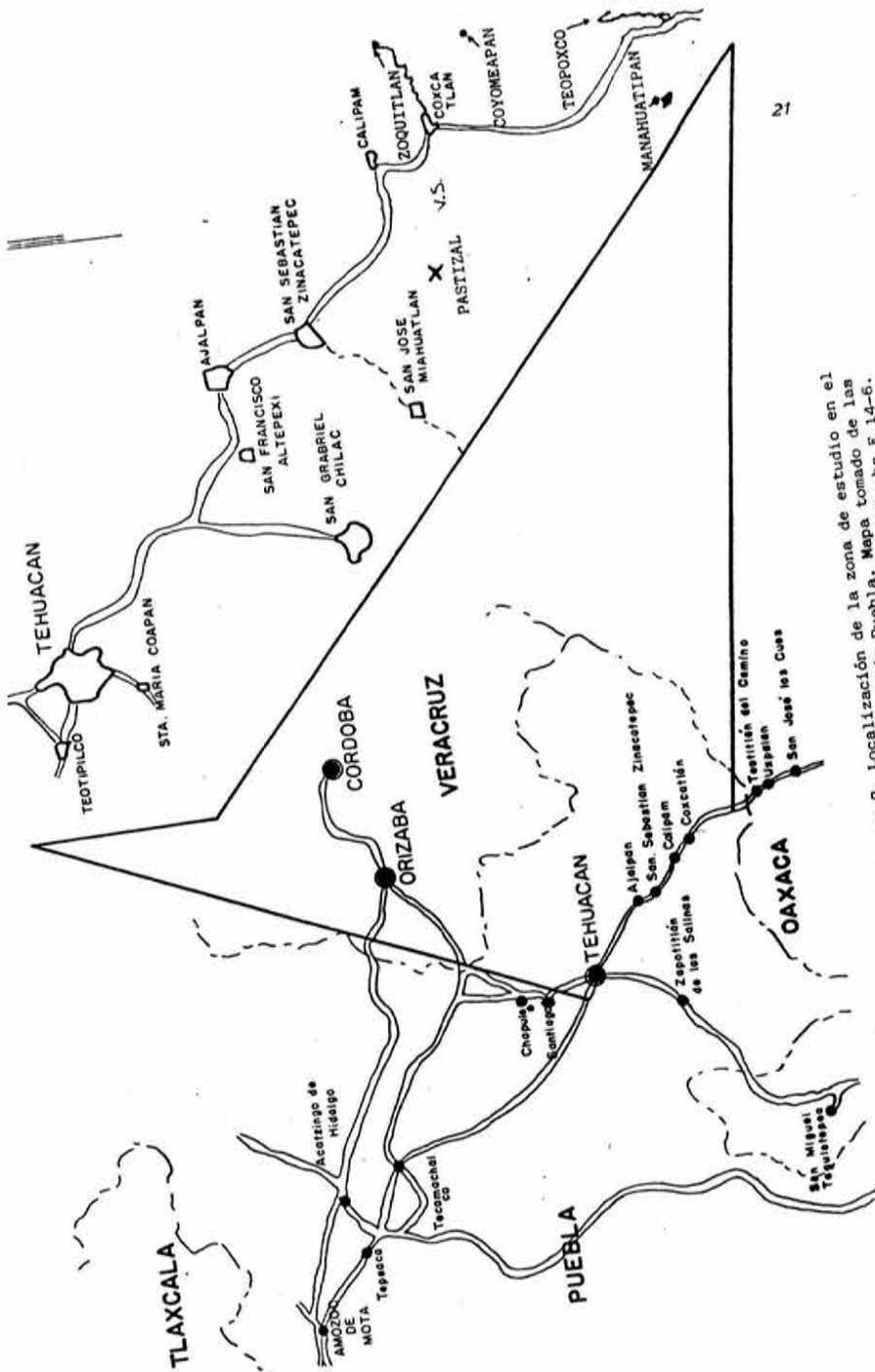


Figura 2. Localización de la zona de estudio en el Municipio de Coxcatlán Puebla. Mapa tomado de las Cartas Topográfica y Geológica de Orizaba E 14-6. Escala 1:1,000,000. D.G.G. 1983.

ca de lluvias (Junio - Octubre 1985), mediante el método de cosecha (Müller et al., 1974) con el fin de:

1) Determinar las especies presentes, para lo cual se colectaron ejemplares de todas las especies presentes en dicha área, se llevaron al laboratorio para su identificación mediante las claves de Rzedowski, 1978; Acta Científica Potosina, 1978, y la comparación con ejemplares del Herbario de Ciencias Biológicas del J.P.N. y del Herbario de la E.N.E.P. Iztacala.

2) Cuantificación de la biomasa de cada especie mensual y anual para lo cual se colectaron los organismos de cada cuadrante, se transportaron al laboratorio en sobres de papel y se secaron en una estufa a 100°C durante 24 hrs. para ser pesados posteriormente en una balanza semiánalitica.

En base a estos datos se obtuvo el valor de importancia para cada especie en cada tiempo de muestreo y se estimó el tamaño de muestra representativo para cada tiempo por el método de la media acumulada (Müller et al., 1974; Matteucci, 1982).

ETAPA 2

1) Se muestreo durante los meses de lluvia (Julio - Septiembre de 1986), a intervalos de 15 días, de acuerdo a lo realizado en la Etapa 1, se tomaron muestras de 8 cuadrantes elegi-

dos al azar (en una área de 625 m^2) para el primer muestreo, y 12 cuadrantes para los siguientes muestreos.

2) Se registrarón los siguientes datos :

a) Productividad en peso seco de cada especie presente en cada cuadrante, durante el tiempo muestreado, de la misma forma que en la etapa 1 .

b) Se midieron los siguientes parámetros medioambientales:

II) Temperatura ambiental.

Se tomó cada hora con termómetro de máximas y mínimas ($0 - 50^\circ \text{ C}$), colocados uno al sol y otro a la sombra, durante el tiempo que se hacía la cosecha (aproximadamente de 8.00 AM a 18.00 PM).

III) Humedad relativa.

Se midió paralelamente con la temperatura, utilizando un psicrómetro (Cole-Palmer).

IV) Precipitación Pluvial.

Los datos obtenidos fueron proporcionados por el Departamento de Campo del Ingenio de Calipam, Puebla.

3) Muestreo Edafológico.

Se realizó un análisis edafológico, para esto se tomaron muestras de suelo en la zona de estudio a 3 diferentes profundi-

des : de 0 - 20 cm. , 20 - 40 cm. , y de 40 - 60 cm. las cuales fueron llevadas al laboratorio en bolsas de plástico etiquetadas, para la realización de su análisis de acuerdo a las técnicas de Nicolas Aguilera H. modificadas por Daniel Muñoz J. y Francisco López G. (1984).

Se secaron las muestras a temperatura ambiente, se tamizaron utilizando un tamiz de 1 mm de abertura de malla y posteriormente se analizó cada muestra :

- | | |
|--|----------------------------|
| 1) COLOR | Con Tablas de Munsell |
| 2) pH | Con Potenciómetro Corning. |
| 3) TEXTURA | Método de Bouyoucos. |
| 4) % DE MATERIA ORGANICA | Método de Walkley y Black. |
| 5) DENSIDAD APARENTE | |
| 6) DENSIDAD REAL | |
| 7) % de POROSIDAD | |
| 8) CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIIONICO | |

Además se determinaron :

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| 8) CALCIO y MAGNESIO | Método de Versenato EDTA. |
| 9) NITROGENO | Método Semimicro-Kjeldack. * |
| 10) FOSFORO | Método de Azul de Molibdeno * |
| 11) SODIO y POTASIO | Espectrofotometría de Llama. |

* Métodos tomados de Chapman ,H. y Pratt, P. (1976).

4) Variables Fenológicas.

Se seleccionaron 2 cuadrantes de 1 m² para medir el desarro-

llo de los organismos presentes en ellos, durante los meses mencionados anteriormente, y cada 15 días, se registró lo siguiente :

a) crecimiento longitudinal.

Se midió la altura de cada organismo con una regla de 30 cm

b) período vegetativo.

Se determinó la cobertura de cada organismo tomando el diámetro de las ramas más alejadas de ambos extremos del organismo.

c) floración.

Se registro el período durante el cual llevaban a cabo su floración cada especie.

d) senescencia.

Se observó el tiempo durante el cual se desarrolló cada organismo hasta su muerte.

ETAPA 3

Esta última etapa se llevo a cabo en el laboratorio y consistió en lo siguiente :

A) Comportamiento Fotosintético.

Se colectaron organismos de las especies presentes en el área para determinar el comportamiento fotosintético de ca-

da especie, mediante cortes histológicos de sus hojas jóvenes (Kennedy, R. et al., 1980).

B) Desarrollo en Ambiente Controlado.

1.) Se tomarón muestras de suelo de la zona de estudio, de la parte superficial, aproximadamente a 5 cm. de profundidad durante el mes de Octubre de 1986.

2.) El suelo fué llevado al laboratorio donde se verificó en el microscopio la presencia de las semillas de las diferentes especies, y se procedió a secarlo en una estufa a 64°C durante 24 hrs. a manera de pasteurizarlo (Went, 1949).

3.) Posteriormente se colocaron 250 gr. de suelo en cajas de cartón de 7 x 7 cm. y fueron regadas con agua destilada 3 veces por semana.

4.) En base a las observaciones y datos obtenidos en el campo se eligió la utilización de 3 cámaras para el desarrollo de los organismos, con las siguientes características :

VARIABLES	CAMARAS		
	I	II	III
Temperatura	25 - 28 °C	25°C	25°C
Fotoperíodo	luz 24hrs.	14 hrs.	10 hrs.
	oscuridad -	10 hrs.	14 hrs.
Período de riego	3 veces por semana	3 veces por semana	3 veces por semana
Número de cajas	15	15	15

C) Germinación y viabilidad de las semillas.

Debido a que algunas semillas no germinaban en el suelo, utilizado para este fin, se determinó germinarlas por separado y establecer su viabilidad de la siguiente forma:

I.- Germinación

Para la germinación se colocaron 5 cajas petri con 10 -20 semillas según la especie, esto debido a que para algunas especies como Florestina pedata, Allionia incarnata, y Cassia vogeliana, se conto con un bajo número de semillas disponibles para esto.

Por la variedad que presentaron para su germinación las diversas especies se trataron como sigue:

- 1.) Con agua destilada; todas las especies.
- 2.) Con ácido giberelico 2.9 mM (Khan, 1980); todas las especies.
- 3.) Escarificación con H_2SO_4 concentrado durante 5 minutos unicamente para Cassia vogeliana.

II.-Prueba de viabilidad.

Para establecer su viabilidad se utilizo sales de tetrazolio (2,3,5 cloruro de trifenil-tetrazolio) al 1% según método de Cota, S. (1985) con un número de 60 a 100 semillas. Esta prueba no se aplico a Portulaca pilosa debido a que su semilla presentaba un tamaño muy reducido lo que hacia difícil su manejo, a Florestina pedata no se aplico por carecer de semillas suficientes para la prueba.

III.- Desarrollo

Después de germinadas las semillas estas fueron transplantadas a las cajas y se metieron a las camaras correspondiente, donde se registró su desarrollo 3 veces por semana.

DI Análisis de Resultados .

Para analizar los resultados se realizaron gráficas con el peso seco obtenido por especie, mensual y anual y el total del área, su relación con la precipitación, así como también se graficaron las observaciones de las etapas fenológicas realizadas en el campo .

RESULTADOS Y DISCUSION

En las especies encontradas (cuadro #1) se observó un menor número de especies de gramíneas, que las reportadas por Vargas (1982) y un mayor número de otras especies de herbáceas, lo que hace suponer que esta zona se encuentra en un proceso de sucesión, o bien que esta siendo fuertemente perturbada por las actividades de los habitantes del lugar.

En cuanto a la estructura de esta comunidad, presenta una predominancia de terofitos y hemicriptofitos (cuadro #1) lo que de acuerdo con Rzedowski (1975, 1978) y Müller (1974) estas formas de vida son características de este tipo de comunidad, además de que en cierta forma éstas reflejan las condiciones de la zona, las cuales se encuentran adaptadas, principalmente mediante la regulación de la duración de su ciclo de vida de acuerdo a la cantidad de lluvias.

PRODUCTIVIDAD.

PRODUCTIVIDAD MENSUAL POR ESPECIE.

Como se observa en la Figura # 3 la productividad de cada especie para 1985 y 1986 varía a lo largo del tiempo y entre las diferentes especies, coincidiendo Allionia incarnata; Flaveria anomala y Euphorbia sp. en su máxima productividad durante el mes de Septiembre de 1985 y Euphorbia sp.; Flaveria anomala y Enneapogon devauxii en el mes de Julio de 1986, meses

FAMILIA	ESPECIE	FORMA DE VIDA
Gramineae	<u>Bouteloua parryi</u> Griffiths.	Hemicriptofito.
	<u>Elymus canadensis</u> L.	Hemicriptofito
	<u>Erneapogon devauxii</u> Beauv.	Hemicriptofito
	<u>Sporobolus airoides</u> Torr.	Hemicriptofito
Compositae	<u>Flaveria anomala</u> Robinson.	Terofito
	<u>Florestina pedata</u> Cass.	Terofito
Euphorbiaceae	<u>Euphorbia</u> sp.	Terofito
Pontulacaceae	<u>Pontulaca pilosa</u> L.	Geofita
Leguminosae	<u>Cassia vogeliana</u> Schlecht.	Camefita
Nictaginaceae	<u>Allionia incarnata</u> L.	Hemicriptofito

Cuadro # 1 . Familias y especies encontradas en el pastizal semiárido de Coxcatlán Pue., con su respectiva forma de vida.

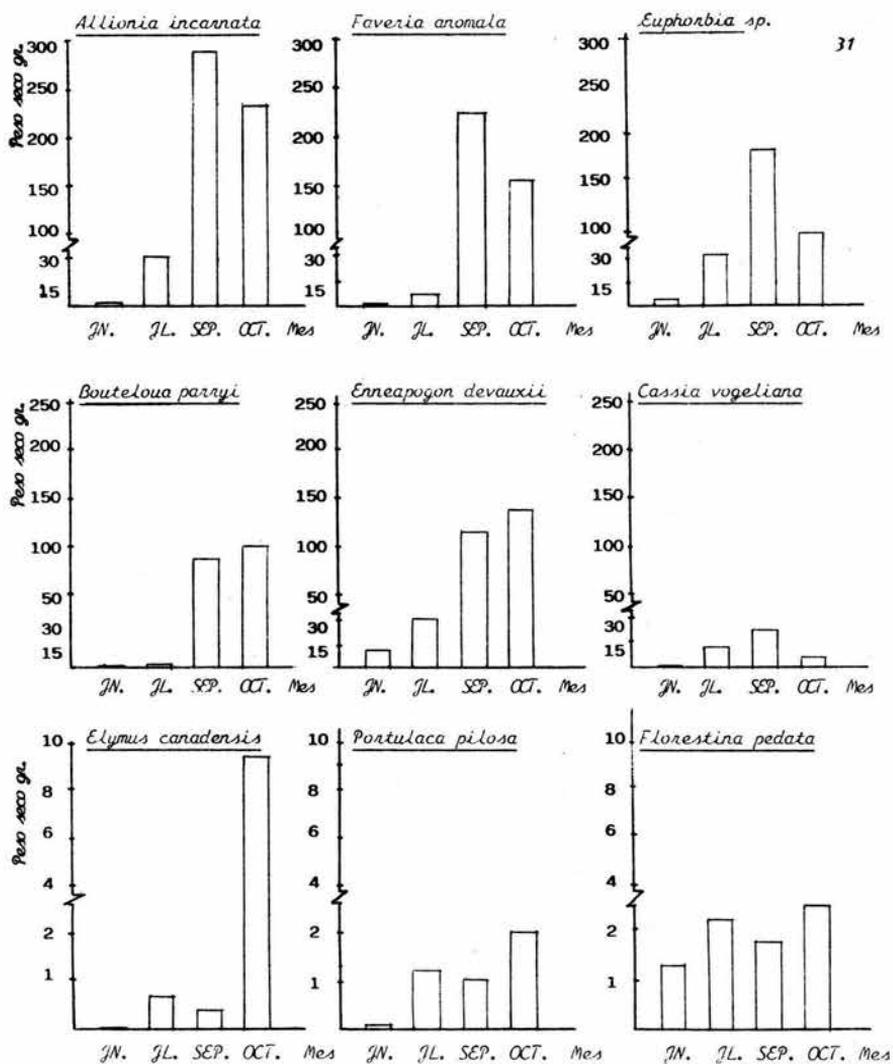


Figura # 3. Productividad mensual en peso seco de cada especie colectada durante los meses de Junio - Octubre de 1985, en el pastizal se midió de Coxcatlán Pue.

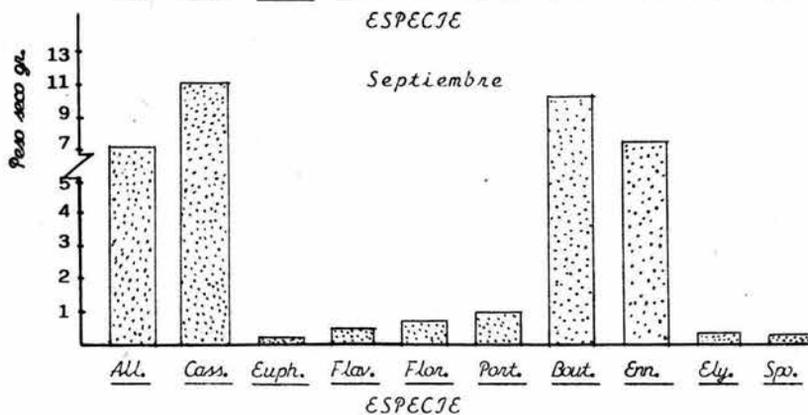
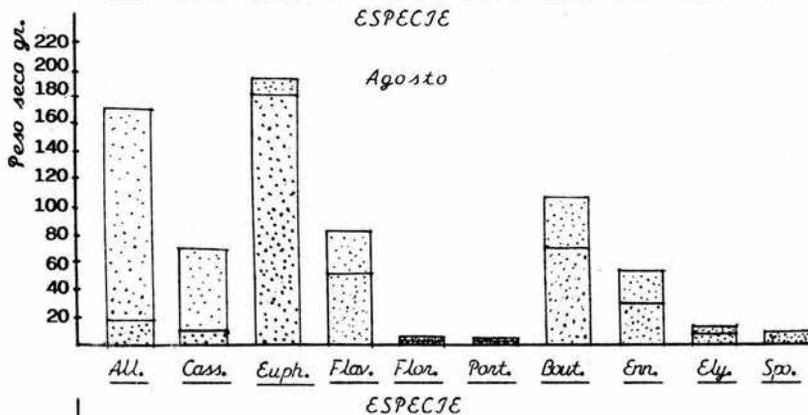
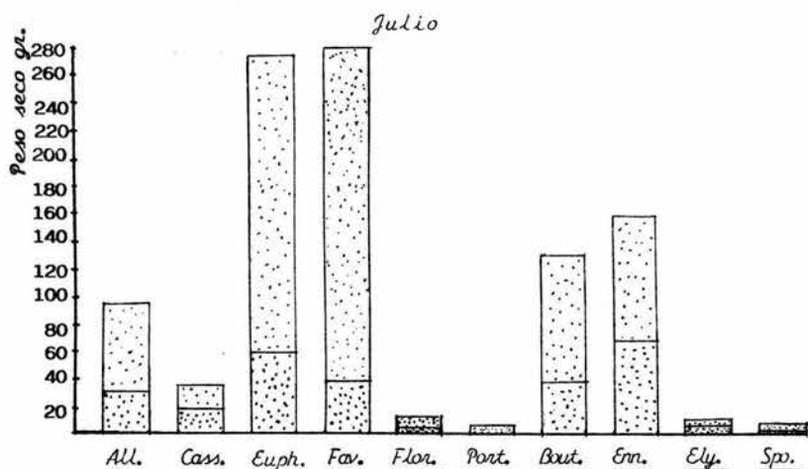


Figura # 4. Productividad mensual en peso seco de cada especie colectada durante los meses de Julio a Septiembre de 1986, en el pastizal semiárido de Coxcatlán Pue.

lo que indica que estas especies en particular responden rápidamente al suministro adecuado de agua.

Para Portulaca pilosa especie que presenta en ambos años una productividad muy baja se explica en parte por la baja densidad que se observó así como por su morfología suculenta ya que tiende a acumular alta cantidad de agua en sus tejidos y al desecarse su peso disminuye considerablemente.

En el caso de Sporobolus airoides su baja productividad se relacionó con su ausencia en el primer año (1985) y su bajo número de organismos en el siguiente.

PRODUCTIVIDAD ANUAL POR ESPECIE Y TOTAL.

De acuerdo a lo observado en la figura #5 la productividad anual de cada especie varía ligeramente para la mayoría de las especies de un año a otro siendo Allionia incarnata; Flaveria anomala, Euphorbia sp., Bouteloua parryi y Erneapogon devauxii las especies con mayor productividad.

La productividad anual alcanzada por esta comunidad se presenta en la figura #7 donde se observa que la mayor productividad se obtuvo en 1986, la cual además en ambos años presentó una cierta relación con la precipitación pluvial aumentando cuando las lluvias se incrementaban y disminuyendo junto con estas, siendo más marcadas estas fluctuaciones para el año de 1986 (figura #6).

VIABILIDAD Y GERMINACION.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de viabilidad (cuadro #2), Cassia vogeliana presentó un 100% de viabilidad,

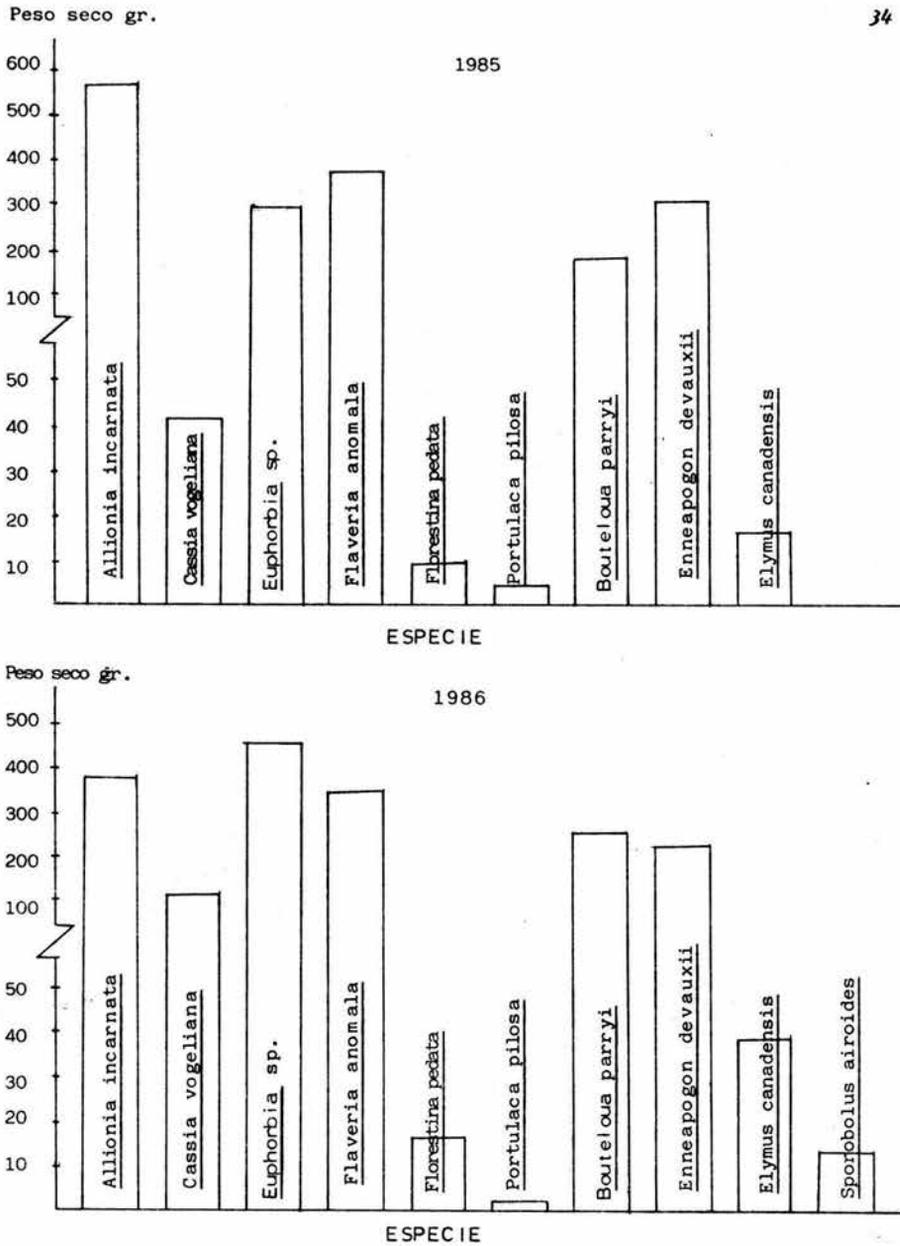


Figura # 5. Productividad anual total en peso seco de cada especie, durante el período de colecta correspondiente a 1985 y 1986 en el pastizal semiárido de Coxcatlán Pue.

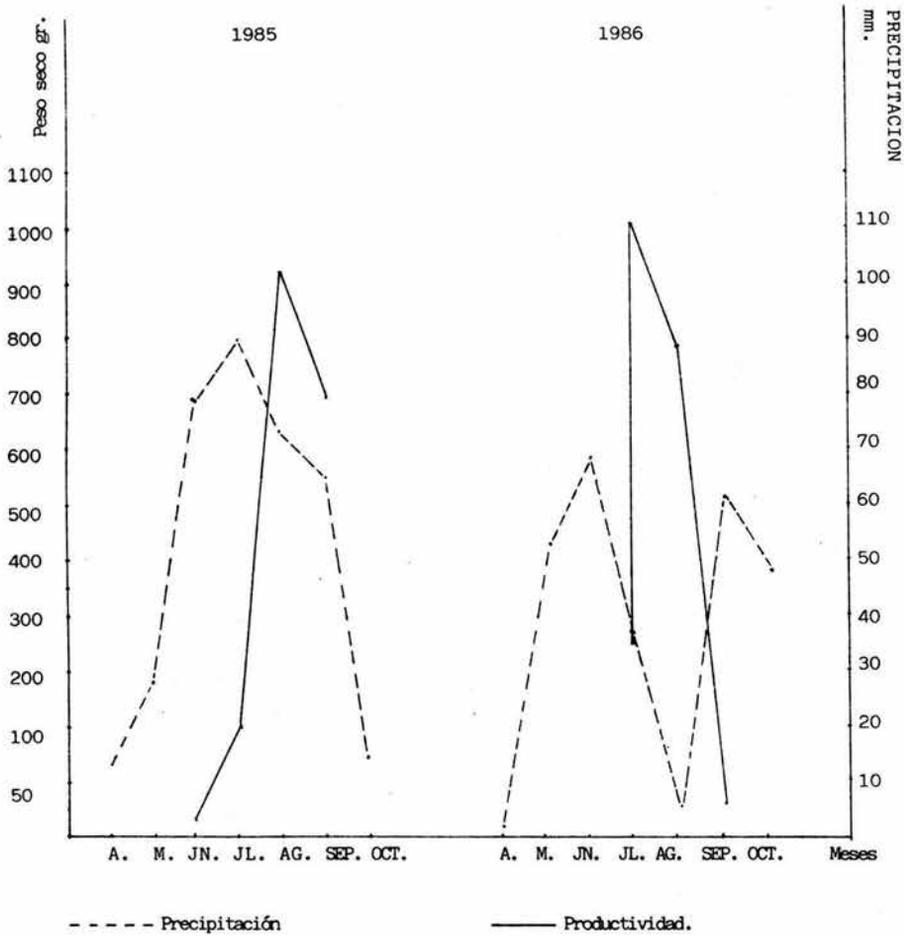


Figura # 6. Fluctuación en la productividad y precipitación pluvial de cada mes, en el pastizal semiárido de Coxcatlán Pue., correspondientes a los años 1985 y 1986 .

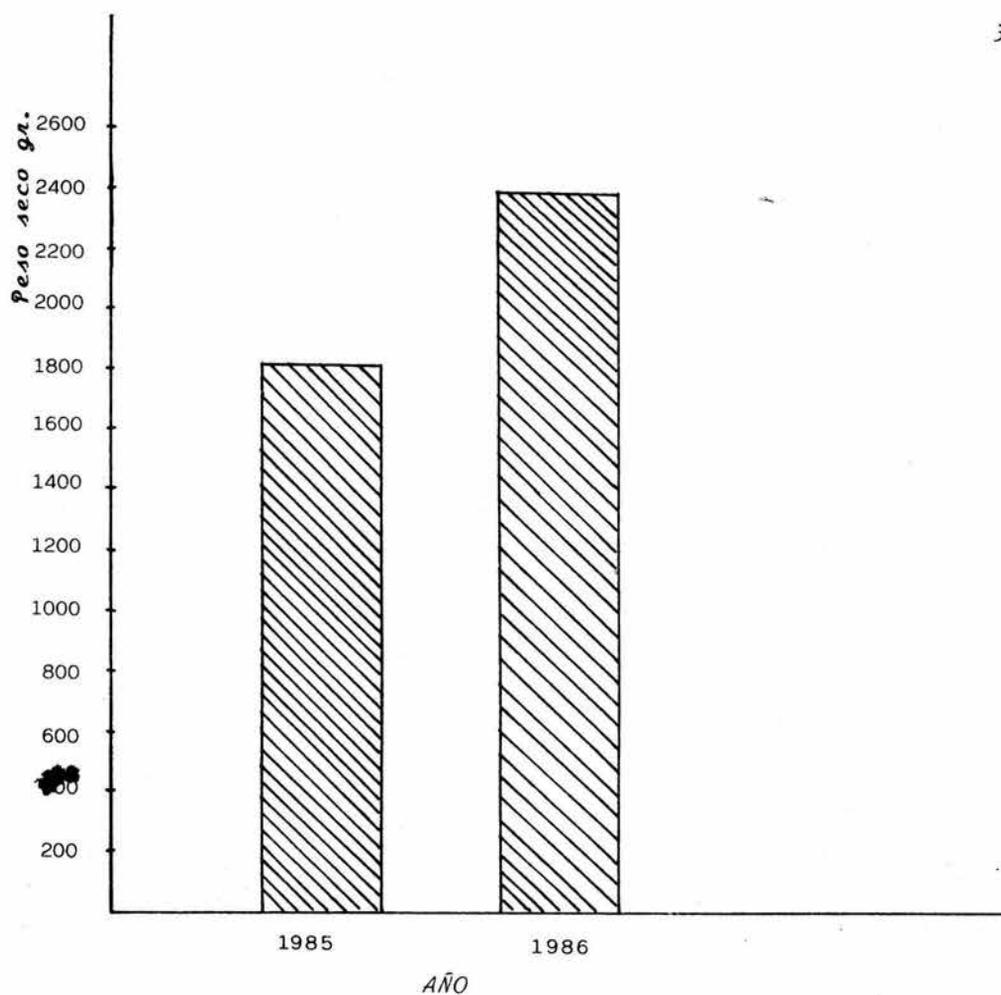


Figura # 7. Productividad anual total en peso seco de todas las especies encontradas en el pastizal semidrido de Coxcatlán Pue., durante 1985 y 1986.

sin embargo en germinación no presentó ningún porcentaje inicialmente, esto se debió a la presencia de una testa dura a la cual fué necesario practicar escarificación con H_2SO_4 obteniendo así un 100% de germinación, este mecanismo en el control de su germinación explica la relativa baja presencia de esta especie en la zona a pesar de la buena producción de semillas que presenta.

Para Euphorbia sp. que presentó el segundo valor más alto de todas las especies en la prueba de viabilidad, para germinación sin embargo presentó valores ligeramente disminuidos.

En Flaveria anomala debido a que presentó una baja viabilidad y nula germinación se realizaron repetidas pruebas para lograr su germinación: escarificando y agregando ácido giberelico 2.9 mM, por lo que se cree que a pesar de su elevada producción de semillas los organismos que llegan a germinar pueden estar encaminados solo a sustituirse entre sí elevando ligeramente su número de un año a otro como usualmente sucede en plantas anuales de zonas áridas según Goodall, 1981.

En el caso de Portulaca pilosa el tamaño de su semilla impidió su manejo para la prueba de viabilidad, a pesar de esto se obtuvo un 95% de germinación cuyo valor fué el más alto de todas las especies, por lo que se sugiere que su viabilidad también debe ser elevada, sin embargo se pudo observar que la sobrevivencia de los organismos fué muy baja.

ESPECIE	COMPORTAMIENTO FOTOSINTETICO	% DE VIABILIDAD	% DE GERMINACION
<u>Allionia incarnata</u>	C ₄	33.3	2.0
<u>Cassia vogeliana</u>	C ₃	100.0	-
<u>Euphorbia sp.</u>	C ₄	75.0	32.0
<u>Flaveria anomala</u>	C ₃ -C ₄	6.6	-
<u>Pontulaca pilosa</u>	C ₃	-	95.0
<u>Bouteloua pennis</u>	C ₄	2.0	-
<u>Enneapogon deauxii</u>	C ₄	37.0	2.0
<u>Elymus canadensis</u>	C ₄	50.0	11.0
<u>Sporobolus airoides</u>	C ₄	11.0	-

Cuadro # 2. Determinación del comportamiento fotosintético, de acuerdo a la anatomía de sus cortes histológicos, por ciento de viabilidad y germinación probadas en las semillas, de las especies encontradas en el pastizal semiárido de Coxcatlán Pue.

Allionia incarnata : para esta especie la prueba de viabilidad y germinación resultaron bajas, lo cual se relaciono con la inmadurez que se detecto en algunas de sus semillas.

En lo que respecta a las gramíneas Bouteloua parryi , Sporobolus airoides presentaron gran cantidad de semillas inmaduras , lo que afecto los resultados obtenidos tanto en viabilidad como en germinación. Para Elymus canadensis se encontró el mejor porcentaje de las dos pruebas realizadas.

Respecto a Enneapogon devauxii presento el segundo valor más alto de las gramíneas en viabilidad, aunque su germinación fue muy baja, esto último se relaciono con la posible presencia de algún inhibidor en sus glumas ya que en otras pruebas con menor número de semillas se encontró que al dejarlas libres de sus glumas estas germinaban.*

FACTORES AMBIENTALES.

1.- Precipitación pluvial.

En la figura #6 se observan las fluctuaciones presentadas por las lluvias durante los años de 1985 y 1986 . Donde para 1985 se presentó una mayor precipitación, con aumentos progresivos desde el inicio de la temporada hasta el mes de Julio donde alcanzó la máxima precipitación 89.6 mm para disminuir posteriormente hasta 17.1 mm (cuadro #3), influyendo así en la productividad y desarrollo de los organismos del área.

Para 1986 la precipitación fué menor 226.6 mm total y con más fluctuaciones, presentando un descenso brusco en el mes de Agosto (cuadro #3) periodo clave que afecto de manera significativa el desarrollo y la productividad de los organismos de la zona de estudio.

2.- Temperatura.

En la figura #8 se presentan los datos de la temperatura tomados durante los días que se colectaban los organismos, para 1986, por lo tanto se presentan sólo 2 días por mes, como se puede observar las temperaturas más altas se registraron entre las 13.00 y 14.00 P.M. con un rango que varía desde 35°C a 39°C excepto para el mes de Agosto donde la máxima temperatura fué de 46°C lo que aunado a la escasa precipitación causo un fuerte descenso en la sobrevivencia de los organismos afectando por tanto la productividad de los mismos.

Por otra parte durante las horas de mayor temperatura se observó que los organismos presentaban plegamientos de sus hojas y/o cierre de sus flores, para el caso de Portulaca pilosa, Cassia vogeliana, Allionia incarnata y Flaveria anomala, para Euphorbia sp. no se presentaba esto, excepto durante el mes de Agosto, lo que hace pensar que está especie es más resistente a temperaturas más altas que las otras especies. Para gramíneas sólo Bouteloua parryi presentó sensibilidad a la temperatura, juntando sus racimos e inclinándolos ligeramente.

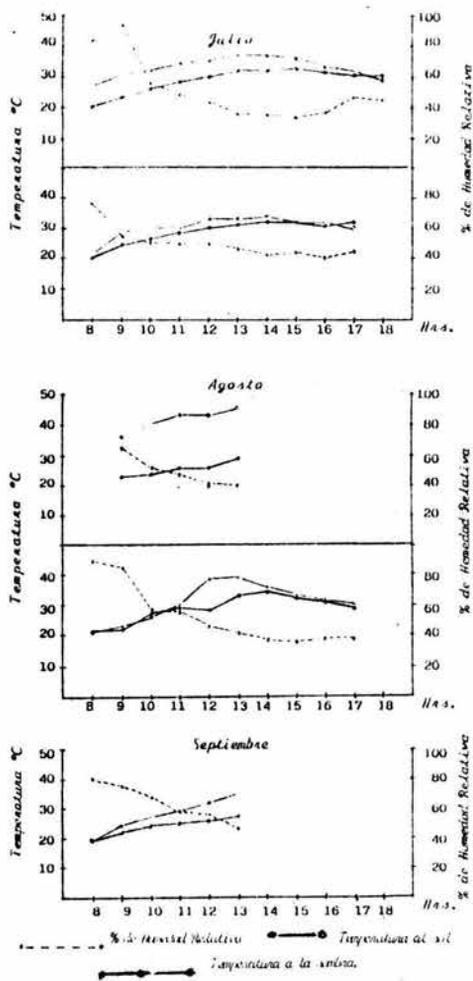


Figura #8. Relación entre la Temperatura y % de Humedad Relativa, durante los muestreos realizados en 1986 en el pastizal semiárido de Coxcatlán Pue.

M E S	A Ñ O	
	1985	1986
	m/m	m/m
Enero	—	—
Febrero	—	—
Marzo	—	—
Abril	13.5	1.5
Mayo	28.0	52.7
Junio	69.2	68.0
Julio	89.6	36.7
Agosto	72.9	5.7
Septiembre	64.4	61.0
Octubre	17.1	48.9
Noviembre	—	20.0
Diciembre	—	—
TOTAL	354.7	225.6

Cuadro # 3. Precipitación Pluvial mensual y total de los años en los que se realizó el muestreo en el Pastizal semi-árido de Coxcatlán Pue.

3.- Humedad Relativa.

Los datos para la humedad relativa se tomaron paralelamente con los de la temperatura (figura #8) donde se observó que durante las primeras horas existía un porcentaje de humedad elevado llegando a presentar en el mes de Julio 94% de humedad relativa, siendo la mínima de 66%.

Por otra parte se aprecia un descenso de la humedad al aumento de la temperatura, lo que explicaría el plegamiento de las hojas y flores durante las horas de mayor temperatura.

FACTORES EDAFICOS.

De acuerdo a los resultados presentes en el cuadro #4 no se presenta variación en cuanto al color y la textura en los 3 niveles analizados, por lo que se infiere que este suelo sólo presenta 2 horizontes A y C lo cual según Ortiz (1980) es factible en este tipo de zonas. En lo que se refiere a porosidad, densidad aparente y densidad real, Aguilera (1980) menciona que la densidad aumenta con la profundidad en el perfil en el suelo y esto se debe a una menor agregación y mayor compactación, así como una disminución en el contenido de materia orgánica. Según Ortiz (1980) el pH en regiones áridas es generalmente más elevado que en las regiones húmedas, debido a un aporte menor de materia orgánica, menor actividad microbiana, escasas precipitaciones que pueden no drenar pero sin embargo pueden ser capaces de elevar por capilaridad las sales disueltas de los niveles inferiores a los superiores como pueden ser el caso del Na.

En cuanto al contenido de materia orgánica según Torres (1961), Ortiz (1980) y Muñoz (1985) presenta un buen contenido de ésta, lo que de acuerdo a su textura favorece la estabilidad de sus agregados al reducir el impacto de las gotas de lluvia, lo que aunado a su capacidad de intercambio catióni-

Cuadro # 4. Características fisicoquímicas del suelo

VARIANTES	PROFUNDIDAD		
	0 - 20 cm.	20 - 40 cm.	40 - 60 cm.
COLOR	SECO 10 YR 6/2 gris ligeramente café	10 YR 6/2 gris ligeramen- te café	10 YR 6/2 gris ligeramen- te café
	HUMEDO 10 YR 3/3 café oscuro	10 YR 3/3 café oscuro	10 YR 3/3 café oscuro
DENSIDAD APARENTE	1.05 g/ml	1.03 g/ml	1.06 g/ml
DENSIDAD REAL	2.38 g/ml	2.08 g/ml	2.38 g/ml
POROSIDAD	55.88 %	50.48 %	55.46 %
TEXTURA	Migajón arenoso	Migajón arenoso	Migajón arenoso
MATERIA ORGANICA	2.25 %	3.03 %	1.40 %
pH	KCL	6.8	6.9
	H ₂ O	7.6	7.75
INTERCAMBIO CATIONICO	36.48 meq/100gr	50.49 meq/100gr	40.89 meq/100gr
Ca	13.72 meq/100gr	14.7 meq/100gr	12.74 meq/100gr
Mg	6.86 meq/100gr	4.9 meq/100gr	6.86 meq/100gr
P	0.274 meq/100gr	0.258 meq/100gr	0.140 meq/100gr
N	0.214 %	0.229 %	0.242 %
Na	0.5 meq/100gr	0.739 meq/100gr	0.913 meq/100gr
K	8.20 meq/100gr	5.12 meq/100gr	1.794 meq/100gr

co (C.J.C.) y % de porosidad aumenta la retención de agua y nutrientes así también puede llegar a reducir las oscilaciones termicas lo que favorece el establecimiento de los organismos.

Con respecto a la C.J.C. que presentan los tres niveles de acuerdo a Muñoz (1985) es buena desde el punto de vista agrícola, las diferencias que presenta, según Ortiz (1980) se deben principalmente a la temperatura; ya que a mayor temperatura disminuye la C.J.C., lo que explicaría de cierta manera los resultados obtenidos para el primer nivel.

En lo que respecta a los nutrientes analizados, se encontraron cantidades significativas de Ca, Mg y K, lo que explica de cierta manera su tendencia alcalina característica de suelos de zonas áridas. Tanto el K como el N, se encontraron en buena cantidad, desde el punto de vista agrícola (Torres, 1961; Muñoz, 1985), lo que favorece el rápido desarrollo de las especies encontradas en el lugar ya que son necesarios en el metabolismo activo de estos organismos que presentan ciclos de vida cortos.

Por otra parte de acuerdo a la clasificación que presenta Torres (1961), desde el punto de vista agrícola la cantidad de Fósforo encontrada en los tres niveles es poca, sin embargo en estudios realizados en este tipo de suelos se ha encontrado que la cantidad de fósforo puede aumentar con las lluvias debido al proceso de mineralización que se lleva a cabo en ese tiempo (Hernández, 1987), de esta manera podría estar disponible para los organismos cuando estos lleven a cabo el proceso de floración y fructificación.

La cantidad de sodio presente en el suelo no es muy significativa, sin embargo es importante, ya que es posible que contribuyera de alguna forma al establecimiento de Sporobolus airoides, (en el último año de muestreo), ya que aunque es una especie indicadora de suelos salinos o salino sodicos

se puede presentar en suelos cuya salinidad presenta una variación de 0.3 o más de 3% (Departamento de Agricultura de E.U.A. 1974), de acuerdo con lo cual y en base a la capacidad de intercambio catiónico que presenta este suelo se encuentra dentro de los rangos menores, de ahí su escasa presencia.

Es importante mencionar al respecto que en los alrededores del área estudiada esta especie se encontraba con mayor frecuencia por lo que se piensa que las condiciones del suelo podrían ser tal vez un poco más salinas y esto explicaría su presencia en mayor cantidad y la diseminación a las áreas vecinas.

COMPORTAMIENTO FOTOSINTÉTICO

Se presentó un ligero predominio de la vía fotosintética C_4 (cuadro #1) lo que favorece a las especies que la presentan para subsistir en las condiciones medio ambientales presentes en la zona. Por otra parte la presencia de organismos C_3 después de la mayor precipitación sugieren que durante ese tiempo se crearon las condiciones favorables para su desarrollo y que además estas especies podrían estar adaptadas a condiciones más extremas a las que generalmente soportan (Bidwell, 1979), como es el caso de Cassia vogeliana la cual presenta ciertas adaptaciones morfológicas tales como una raíz más grande y algo leñosa, diferente al de las otras especies, la presencia de gran cantidad de tomento en sus hojas, que disminuye en su tallo, lo que permite la reducción de la capa limitrofe del aire en su superficie foliar dando como resultado una menor pérdida de agua del organismo y por tanto ayuda a prolongar un poco más su pre-

sencia en el área.

Por otra parte Flaveria anomala ha sido reportada por diversos autores (Nakamoto, 1983; Ku, 1983; Russell, 1984) como intermedia entre $C_3 - C_4$ lo que daría cierta explicación respecto a la elevada productividad que presento, respondiendo además con un ciclo de vida corto como adaptación a las condiciones del lugar.

FENOLOGÍA.

OBSERVACIONES EN CAMPO.

El desarrollo de los organismos en esta comunidad presento variaciones de un año a otro (figura # 9), dadas las condiciones que se presentaron para ambos años, como fueron las marcadas fluctuaciones en temperatura y lluvias durante 1986, así como el diferente inicio de las lluvias en los dos años.

Sin embargo para 1985 se pudo observar el ciclo de vida que presentan las diferentes especies, donde aún cuando su aparición no coincidía con el inicio de las lluvias, para el periodo de floración presentaron cierta correspondencia en cuanto al mes en que florecieron, ya que la mayoría lo hizo durante el mes de Agosto, después de la mayor precipitación registrada en ese año. Las 3 únicas especies que no coincidieron con lo antes mencionado fueron Flaveria anomala, Cassia vogeliana y Euphorbia sp. para las primeras su floración se presento durante el mes de Septiembre cuando las lluvias iban en descenso, de manera que estas especies no presentaron una rápida respuesta al suministro

tro de agua como las otras especies.

Para Euphorbia sp. fué la única especie que apareció desde el inicio de las lluvias hasta el final de las mismas, presentando floración y formación de frutos al poco tiempo de su aparición en el campo no importando el tamaño del organismo, así mismo mantuvo estos pequeños ciclos a lo largo de la época de lluvias sin dejar de crecer lentamente.

Para 1986 la disminución en la precipitación y las fluctuaciones presentadas por estas, así como las elevadas temperaturas afectaron de tal manera que la mayoría de los organismos de las diferentes especies no completaron totalmente su ciclo de vida como se observa en la figura #9, algunas especies como : Flaveria aromata y Sporobolus airoides sólo presentaron desarrollo vegetativo y especies como Florestina pedata , Elymus canadensis y Portulaca pilosa sólo iniciaron su floración, las especies como Bouteloua parryi , Erneapogon devauxii , Allionia incarnata y Cassia vogeliana completaron su floración pero no alcanzaron a madurar totalmente los pocos frutos que algunos de ellos llegaron a formar. La única especie que por presentar ciclos cortos, completo su ciclo de vida, fué Euphorbia sp. , sin embargo fué sensible al brusco descenso de las lluvias y la elevada temperatura presentada durante el mes de Agosto, condiciones que afectaron a las otras especies.

EN AMBIENTE CONTROLADO.

De las tres cámaras utilizadas la cámara #1 presentó cierto problema en cuanto a la rápida desecación del suelo lo que

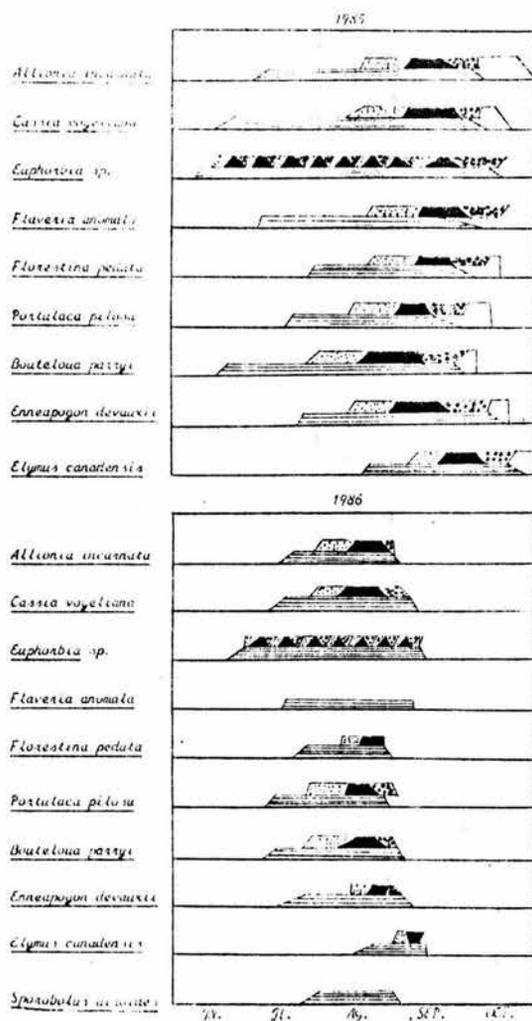


Figura # 8. Observaciones realizadas en campo sobre la fenología de las especies encontradas en el pastizal semiárido de Coxcatlán Pue., durante 1985 y 1986.



Desarrollo vegetativo



Brotos Florales



Período de Floración



Formación de semillas



Senescencia

hacia que las plantas sufrieran marchitez y algunas murieran , en cambio para la camara #3 sucedia lo contrario, el suelo presentaba mayor retención del agua lo cual afectaba el desarrollo de los organismos, para la camara #2 se encontro que las condiciones eran las más adecuadas ya que se desarrollaban mejor los organismos por lo tanto se determinó utilizar está camara.

Dentro de las observaciones realizadas en laboratorio destacan las siguientes: solo se presentó desarrollo para Cassia vogeliana , Euphorbia sp. y Flaveria anomala hasta la etapa vegetativa.

Para Cassia vogeliana :

Presentó un mayor desarrollo de su cobertura y una menor altura guardando cierta semejanza con lo encontrado en campo, sin embargo una de las características distintivas de este organismo en el campo fué la presencia de una gran cantidad de tomento caso que no se presento en las desarrolladas en el laboratorio, esto se debió a que en el campo las condiciones ambientales presentan gran variación, lo que obliga a los organismos a adquirir ciertas adaptaciones que les permiten evitar la pérdida de agua en lugares muy secos, y en este caso las condiciones en las que se desarrollaron no fueron exactamente las mismas, por lo que se puede decir que este organismo presenta cierta plasticidad fenotípica que se manifiesta en la ausencia de tomento cuando se tiene una mayor disponibilidad de agua.

Flaveria anomala :

Los pocos organismos que se desarrollaron presentaron un largo período vegetativo que fue de varios meses, dichos orga-

nismos presentaron una altura superior a la observada en el campo, para esta especie el crecimiento presentado se relaciona de cierta manera con su comportamiento fotosintético $C_3 - C_4$ ya que de acuerdo a las características que presentan este tipo de plantas le ayudan tanto en ambientes secos como en ambientes más húmedos, por lo que al tener condiciones más propicias para su desarrollo alarga su período vegetativo durante más tiempo.

Euphorbia sp. :

Esta especie presentó un rápido desarrollo después de germinar en cuanto a su altura, sin embargo no presentó desarrollo de sus hojas por lo que su sobrevivencia fue baja.

En general se observó que las especies desarrolladas en el laboratorio fueron afectadas por la intensidad luminosa, excepto para Flaveria anomala especie que fue menos afectada en cuanto a su crecimiento, no así para su floración la cual pudo haber sido un factor muy importante que impidió su floración. Para Cassia vogeliana el efecto se presentó después de cierto tiempo, lo que de acuerdo a su tipo fotosintético sería más factible que presentara esto, en cambio para Euphorbia sp. que es C_4 la intensidad luminosa presentó un gran efecto sobre su desarrollo.

- 1.- Para los años en que se realizó el trabajo (1985 y 1986) se observó una cierta relación entre la productividad y la precipitación pluvial siendo aquella mayor para 1986, sin embargo no fué determinante para afectar la productividad en el año en que estas disminuyeron.
- 2.- La mayor productividad, por especie, en ambos años se presentó en el siguiente orden : Allionia incarnata , Euphorbia sp. , Flaveria anomala , Enneapogon devauxii y Bouteloua parryi .
- 3.- A diferencia de la mayoría de las semillas de las especies que presentaron bajo porcentaje en su germinación por vía natural Portulaca pilosa presentó el valor más alto .
- 5.- Las diferencias encontradas en cuanto a viabilidad y germinación en las diferentes especies como en Cassia vogeliana que observó el porcentaje más alto en viabilidad y nula germinación lo que pudo estar afectada por la presencia de una testa muy dura o por inhibidores presentes en sus cubiertas.
- 6.- En cuanto al comportamiento fotosintético de las especies estudiadas se encontró que Flaveria anomala presentó anatomía de plantas $C_3 - C_4$, y que en general hubo predominio de la vía fotosintética C_4 .
- 7.- Dentro de las especies C_3 Cassia vogeliana presentó adaptaciones morfológicas a estas condiciones que las otras especies.
- 8.- Durante 1985 en el desarrollo de las especies se observó una separación temporal en su aparición y máximo florecimiento de la mayoría , después de la más alta precipitación pluvial .
- 9.- En 1986 el descenso drástico de las lluvias durante el mes de Agosto junto con la elevada temperatura impidieron que la mayoría de los organismos de las diferentes especies completaran su ciclo de vida .

- 10.- Para Flaveria anomala y Euphorbia sp. la cantidad de lluvia no fué tan determinante para su crecimiento y florecimiento como en las otras especies .
- 11.- Se observó que Euphorbia sp. presentaba pequeños ciclos de flora
ción- producción de semillas a lo largo de su crecimiento el cual a su vez fué lento .
- 12.- En condiciones controladas fueron pocos los organismos que lograron desarrollarse alargando su período vegetativo.

- Aguilera, C.M. y R.E. Martínez.** 1980. Relaciones Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. 2ª Ed. U.A.C.H.
- Beltran, E.** 1964. Las zonas Áridas del Centro y Noreste de México, Ed. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.
- Bidwell, R.G.S.** 1979. Fisiología Vegetal. Ed. Collier Mac Miller, Nueva York.
- Bjorkman, O. et al.** 1973. High-Efficiency Photosynthesis. Scientific American 229 (4): pp 80-93.
- Bravo, H.H.** 1978. Las Cactáceas de México. 2ª Ed. U.N.A.M. México.
- Brown, H. et al.** 1985. Photosynthesis, Morphology, Leaf Anatomy and Cytogenetics of Hybrids between C_3 and C_3/C_4 *Panicum* Species. Plant Physiol. 77, pp 653-658.
- Cota, S.** 1985. Morfología y Prueba de viabilidad con sales de Tetrazolio en semillas de *Ferocactus latispinus* (Haw) Br. y Rose. Cactáceas y Suculentas Mexicanas, Órgano de la Soc. Mex. de Cactología, A. C. tomo XXX No. 3 pp 1-3.
- Chapman, H.F. y P.F. Pratt.** 1976. Métodos de Análisis para Plantas y Aguas. Trillas, México.
- Depto. de Agricultura de los E.U.A.** 1974. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Ed. Limusa, México. pp 68.
- Devlin, R.M.** 1980. Fisiología Vegetal. Ed. Omega, Barcelona.
- D.E.T.E.N.A.L.** 1976. Carta Edafológica. esc. 1:250 000. E146.
- 1976. Carta Uso del Suelo y Vegetación. esc. 1:250 000. E146
- Fischer, R. y N.C. Turner.** 1978. Plant Productivity in The Arid and Semiarid Zones. Ann. Rev. Plant Physiol. 29:277-317.
- García, M.E.** 1980. Apuntes de Climatología, Ed. G.M.E. México.
- Goodall, A.W. et al.** 1981. Arid-Land Ecosystems: Structure, Functioning and Management. Cambridge University Press. Vol. 1 Cap. 19 y 25.
- Holaday, A. et al.** 1984. 3-Carbon Pathway and 4-Carbon Pathway Intermediate Species in the genus *Flaveria*: leaf anatomy, ultrastructure and the effect of oxygen on the carbon dioxide. Planta (Berl) 160 (1) pp 25-32.
- Jackson, L.E. y L.C. Bliss.** 1983. Phenology and Water Relations of three Plant Life form in a Dry Tree Line Meadow. Ecology 65 (4) pp. 1302-1314.
- Kan, M.A. y J.A. Ungar.** 1985. The role of Hormones in Regulating the germination of Polymorphic Seed and Early Seedling Growth of *Atriplex triangularis* wild under saline conditions. Phisiol Plant. 63 pp. 709-113.
- Kennedy, R. et al.** 1980. C_3-C_4 Photosynthesis in the Genus *Mollugo*: Structure, Physiology and Evolution of intermediate characteristics. Amer. J. Bot. 67(8) pp. 1207-1217.
- Kozłowski.** 1972. Seed Biology Academic Press New York. Vol. 199 pp. 344-351.
- Ku, S.B. et al.** 1983. Photosynthetic Characteristics of C_3-C_4 Intermediate *Flaveria* Species. Plant Physiol. 71. pp. 944-948.
- Larcher, W.** 1977. Ecofisiología Vegetal. Omega, Barcelona.
- Matteucci, D. y Colma, A.** 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación. Sña. General de la O.E.A., Washington, D. C.
- Miranda, F.** 1955. Mesas Redondas sobre problemas de las Zonas Áridas de México Inst. Mex. de R.R.N.N. Mex., pp. 85-109.
- Miranda, F. y Hernández, X.** 1963. Boletín de la Sociedad Botánica de México. No. 28 pp 10-12.

- Moore, B.D. et al. 1984. Isolation of leaf bundle sheath Protoplasts from 4 Carbon pathway dicot species and intracellular localization of selected enzymes. *Plant Sci Lett.* 35(2):127-138.
- Müller, D. et al. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons. E.U.A.
- Muller, R.N. 1978. The Phenology, Growth and Ecosystem Dynamics of *Erythronium americanum* in the Northern Hardwood Forest. *Ecological Monographs*. 48(1) pp 1-20.
- Múñiz, O. et al. 1981. Biomass Production of C_3 - and C_4 Plant Species in Pure and Mixed Culture with Different Water Supply. *Oecologia*. 50: 73-81.
- Muñoz, J.D. y F.G. Lopez. 1985. Técnicas de Laboratorio de Geología-Paleontología. E.N.E.P. Iztacala, U.N.A.M. pp. 1-11.
- Nakamoto, H. et al. 1983. Photosynthetic Characteristics of C_3 - C_4 Intermediate Flaveria Species¹¹. Kinetic Properties of Phosphoenolpyruvate Carboxylase from C_3 , C_4 and C_3 - C_4 Intermediate Species. *Plant & Cell Physiol.* 3:24(8) : 1387-1393.
- Ode, D.J. et al. 1980. The Seasonal Contribution of C_3 and C_4 Plant Species to Primary Production in Mixed Prairie. *Ecology* 61(6) pp. 1304 - 1311.
- Ofir, M. 1986. Seasonal Changes in the Response to Temperature of Summer-dormant *Poa bulbosa* L. Bulbs. *Annals of Botany* 58, pp. 81-89.
- Ortiz, V.B. y S.A.C. Ortiz. 1980. *Edafología*. 3ª Ed. U.A.C.H.
- Reyes, C.B. 1976. Manejo de Pastizales. Apuntes de la Cátedra de Zootecnia E.N.A. Chapingo Edo. de México.
- Russell, M.K. et al. 1984. C_3 - C_4 Intermediate Photosynthesis in Plants. *Bio-Science* 34(9) : 564 - 573.
- Rzedowsky, J. 1975. An Ecological and Phytogeographical Analysis of The Grass land of México. *Taxon* 24(1) : 67-80.
- 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México.
- 1979. *Flora Fanerogámica del Valle de México*. Ed. C.E.C.S.A México.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1978. *Plant Physiology*. 2ª Ed. Wadsworth Publishing Co., Belmont, Cal.
- Thomas, E. et al. 1977. Annuals Plants: Adaptations to Desert Environments. *BioScience* 27(2) : 109-114.
- Torres, B.C. 1970. Estudio sobre fósforo en suelos Agrícolas de México. Tesis. E.N.C.B.
- Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 1978. *Acta Científica Potosina*. Vol. VII No. 1-2 pp. 433-580.
- Vargas, V.A. 1982. Estudio Ecológico de la Estructura y Energética de un Pastizal Semidrido. Tesis. E.N.E.P. Iztacala.
- Villiers, T.A. 1979. *Reposo y Supervivencia de las Plantas*. Ed. Omega, Barcelona.
- Walter, H. 1977. *Zonas de Vegetación y Clima*. Ed. Omega, Barcelona.
- Went, F.W. 1948. *Ecology of Desert Plants*. I. Observations on Germination in the Joshua Tree National Monument, Cal. *Ecology* 29(3):242-253.
- 1949. *Ecology of Desert Plants*. II. The Effect of Rain and Temperature on Germination and Growth. *Ecology* 30(1):1-13.
- Youngner, D. y McKell. 1972. *The Biology and Utilization of Grasses*. *Physiological Ecology*. Academic Press. Nueva York.