

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA DE BIOLOGIA**



**ESTUDIO FLORISTICO-ECOLOGICO A TRAVES  
DE UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL DESIERTO  
MICROFILO DE SAN FELIPE, B.C., MEXICO**

TESIS  
QUE COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER el Título de

**BIOLOGO**

PRESENTA

**EDUARDO ERNESTO LOPEZ SAAVEDRA**

ENSENADA, B.C.

DICIEMBRE DE 1991

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS


ESTUDIO FLORISTICO-ECOLOGICO A TRAVES DE UN GRADIENTE ALTITU-  
DINAL EN EL DESIERTO MICROFILO DE SAN FELIPE, B.C., MEXICO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PRESENTA

EDUARDO ERNESTO LOPEZ SAAVEDRA

APROBADO POR :

  
BIOL. JOSE DELGAMILLO RODRIGUEZ.

PRESIDENTE DEL JURADO

  
M.C. JOSE DE JESUS CASTELLON OLIVARES

SECRETARIO

  
M.C. GORGONIO RUIZ CAMPOS

1er VOCAL

DEDICATORIA

A MIS PADRES :

OLIVIA Y JOSE LUIS

A MIS HERMANOS :

MONICA Y JOSE LUIS

---

POR SU CARINO Y APOYO DURANTE MI CARRERA.

---

AGRADECIMIENTOS :

A MIS MAESTROS JOSE DELGADILLO, GORGONIO RUIZ Y JOSE CASTELLON, FRANCISCO JUAREZ, MARCELO MERAZ, IRMA RIVERA MIGUEL CARRILLO Y CARLOS MARQUEZ.

A MIS COMPANEROS BENITO JAZMIN Y FAMILIA, ALEJANDRO GERARDO, JUAN COTA, MARCIAL, RODRIGO, GUILLERMO, RUFINO SOCORRO Y PAULIN.

---

A BOB Y LAURA.

A BLANCA, FREDI, MIMI, BERTHA, GRACIELA Y DEMAS PERSONAL DOCENTE Y ADMINISTRATIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS.

A FAUSTINO CAMARENA Y ELIAS TORRES.

A TODO EL PERSONAL DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE ENSENADA U.A.B.C.

---

## RESUMEN

La flora registrada dentro de nuestra área de estudio (Desierto Micrófilo de San Felipe B.C., México), consta de los siguientes taxa : 34 familias, 95 géneros, 132 especies y 16 subespecies. En cuanto a formas biológicas se refiere; 58.9% fueron herbáceas, 23.2% arbustos, 9.3% suculentas y 8.5% árboles y subárboles. El 60% de las plantas anuales correspondieron a efímeras invernales.

La vegetación perenne fue descrita a lo largo de un gradiente altitudinal y edáfico. El análisis directo de gradientes y de ordenación nos muestran que los cambios de estructura, cobertura y composición de especies están relacionados a factores edafológicos, tales como; textura, pH y salinidad, especialmente con los cambios graduales de textura que se registran a lo largo del gradiente altitudinal.

## ABSTRACT

The flora registered within our studied area (Microphyllous Desert of San Felipe B.C., México), consists of the following taxa; 34 families, 95 genera, 132 species and 16 subspecies. As for the growth forms; 58.5% were annuals, 23.2% shrubs, 9.3% succulents and 8.5% trees or subtrees. 60% of the annual plants, correspond to winter annuals.

The perennial vegetation was described along an altitudinal and edaphic gradient. Direct gradient analysis and ordination, showed that the changes of cover, structure and species composition are more related to edaphic factors like; texture, pH and salinity, specially with the changes of texture values that are register along the altitudinal gradient.

## INDICE

I - INTRODUCCION.....	1
II - ANTECEDENTES.....	4
III - AREA DE ESTUDIO.....	8
III.1 - LOCALIZACION GEOGRAFICA.....	8
III.2 - GEOLOGIA.....	8
III.3 - FISIOGRAFIA.....	10
III.4 - SUELOS.....	11
III.5 - CLIMATOLOGIA.....	11
III.6 - VEGETACION.....	12
III.7 - LOCALIZACION DE LOS SITIOS DE MUESTREO.....	14
IV - METODOLOGIA.....	16
IV.1 - ANALISIS DE SUELO.....	18
IV.2 - ANALISIS ECOLOGICO.....	19
V - OBJETIVO GENERAL.....	21
V.1 - OBJETIVOS PARTICULARES.....	21
VI - RESULTADOS.....	22
VI.1 - COMPOSICION FLORISTICA.....	22
VI.2 - COMPLEJO GRADIENTE AMBIENTAL.....	26
VI.3 - ANALISIS DIRECTO DE GRADIENTES.....	36
VI.4 - ANALISIS INDIRECTO : ORDENACION.....	40
VII - DISCUSION.....	42
VII.1 - ANALISIS DIRECTO DE GRADIENTES.....	50
VII.2 - ORDENACION.....	53

VIII - CONCLUSIONES.....	55
IX - BIBLIOGRAFIA.....	58
X - APENDICE.....	62

## I- INTRODUCCION

La región noreste del Estado de Baja California, mejor conocida como Desierto de San Felipe, pertenece a la subdivisión Baja del Valle Río Colorado (Lower Colorado River Valley, nombrada por Shreve, 1964) en el Desierto Sonorense, es la región más árida y extrema de los Desiertos de Norteamérica (Hasting y Turner, 1965).

Característicamente, la mayor parte de esta región está representada por un sistema topomórfico denominado "bajada", el cual se caracteriza por ser de origen aluvial ( Marks, 1950, Shreve y Wiggins, 1964, Turner y Brown, 1982) y considerada por si misma como un complejo gradiente ambiental (Phillips y MacMahon, 1978).

Florística y vegetacionalmente esta región ha sido considerada como monótona y simple, atribuyéndose esto a la baja precipitación, altas temperaturas y al reducido relieve topográfico. La impresión que ofrece la vegetación de esta zona de poca importancia florística y ecológica, se modifica si se plantea la hipótesis de que bajo este macroclima árido, existen variaciones edafológicas que pueden ser consideradas, entre otras, como unas de las principales responsables de la variación de la composición florística y estructura de la vegetación, principalmente a lo largo de un gradiente altitudinal.

Así, mediante el empleo de metodologías de análisis de gradientes directos e indirectos y un método de muestreo puntual, permitirá hacer un estudio más objetivo de la vegetación detectando así, patrones de variación de la composición de especies a lo largo de un moderado gradiente altitudinal, esto si se trabaja bajo el fundamento de que un solo gradiente incluye un complejo de factores, los cuales varían concomitantemente. Asimismo, los efectos de variación de dichos factores pueden ser confusos, sin embargo la vegetación puede mostrar patrones de variación reconocibles a lo largo del complejo gradiente ambiental, la detección de estos factores es de suma importancia para el entendimiento ecológico de los patrones subyacentes que gobiernan esta vegetación desértica.

Al mismo tiempo, este trabajo proporciona un listado general de los taxa más representativos de la zona de estudio, consistente de las familias, géneros, especies e incluso formas infraespecíficas, así como también las formas biológicas más predominantes.

El propósito de este estudio, es describir la vegetación que conforma esta zona desértica, tanto florística como vegetacionalmente, al mismo tiempo establecer los patrones de cambios en la composición florística, de estructura de la vegetación y de factores ambientales edafológicos, esto

haciendo un análisis correspondiente de factores ambientales, composición florística y características de las comunidades.

El presente trabajo, pretende contribuir con un estudio florístico-ecológico de la región del Desierto de San Felipe, B.C., al mismo tiempo, permite aportar nuevos conocimientos que apoyen futuros trabajos de índole florístico-ecológico o relacionados con el manejo y utilización de los recursos vegetales en zonas áridas, particularmente de Baja California.

Finalmente, es importante agregar que este trabajo de tesis, fue realizado como becario dentro del proyecto de investigación "Estudio florístico y ecológico-fitogeográfico del Norte de Baja California: Desierto Sonorense, con el apoyo de la Secretaría de Educación Pública (Programa 8396) y la Universidad Autónoma de Baja California (Programa 0132).

## II- ANTECEDENTES

En base a su vegetación, Shreve y Wiggins (1964), consideran que el 70% de Baja California es parte del Desierto Sonorense, asimismo, subdividen a la región desértica de la península en cuatro áreas fitogeográficas : la parte baja del Valle Río Colorado, la Costa Central del Golfo, la región del Vizcaíno y la región de Magdalena.

Dentro de los primeros trabajos florístico-ecológicos, para la subdivisión parte baja del Valle Río Colorado, se encuentra el de Johnston (1924), donde reconoce, que las comunidades de plantas en el área del Golfo, se separan rápidamente en grupos halofíticos y xerofíticos, siendo Larrea divaricata, Encelia farinosa y Fouquieria splendens las que predominan en la parte norte. Posteriormente Marks (1950), dividió a esta región en cuatro topoformas (valles, mesas, bajadas y montes) cada una formada por asociaciones o tipos de vegetación muy características.

Tomando en cuenta, que esta región se encuentra dentro de la provincia de la "Llanura Sonorense", constituida por las topoformas, anteriormente mencionadas, Yang y Lowe (1956) sugieren que el suelo aluvial no consolidado (bajada) caracteriza la mayor parte de los suelos del Desierto Sonorense. Además, menciona que existe una correlación entre los diferentes atributos del suelo y los principales tipos de vegetación climax, que se desarrollan bajo el mismo macroclima.

Shreve y Wiggins (1964), indican que al ascender una "bajada" (abanico aluvial), es observable un cambio gradual en la vegetación, lo cual al examinar más cercanamente el área, se revela la importancia del sustrato que determina la estatura, densidad y composición de la vegetación.

Klikoff (1967), observó una continuidad de la vegetación, que va de arbustos bajos, ampliamente dispersos a baja altitud, a una vegetación más densa conformada por arbustos altos y subarboles a mayor altitud. Aunado a lo anterior, encontró que el gradiente de vegetación esta correlacionado e influenciado por el estress hidrico de las plantas.

En un estudio comparativo, en ecosistemas desérticos, especialmente sobre comunidades dominadas por Larrea, en Arizona ( E.U.A.) y la provincia de Catamarca (Argentina), Barbour y Diaz ( 1973 ) detectaron cambios en la textura del suelo, así como en la composición florística a lo largo de un gradiente altitudinal y de humedad, observando que la textura del suelo se tornaba, de una granulación mayor, conforme se aumentaba la altitud y paralelamente a esto una mayor diversidad florística, siendo esta última más afectada por la textura del suelo que por la precipitación.

En base al análisis de factores edáficos, Key et al., (1984), en un estudio realizado en Sonora, México, a lo largo de una bajada desértica, concluyen que la distribución de la vegetación, es determinada principalmente por dos factores edáficos, textura y salinidad del suelo, los cuales funcionan

tanto a nivel comunidad como a nivel específico y pueden ejercer su influencia directa (tolerancia fisiológica) o indirectamente (interacción específica). Phillips y MacMahon (1978) y MacMahon y Wagner (1985), remarcan la importancia de la diferencia de tamaño de partícula de suelo, indicando que las partículas más grandes se encuentran a mayor altitud o en la parte superior de la bajada, ubicándose las más finas en la parte inferior de la bajada, observándose paralelamente, cambios de salinidad a lo largo de este gradiente topográfico.

Warren y Anderson (1985), comparan cambios en cuanto a composición florística de dos sistemas desérticos, uno xerorripario y el otro una bajada, observando que en esta última, la diversidad de especies declina continuamente de los sitios más altos a los más bajos, con muy poco intercambio de especies, esto es, que las especies presentes en las partes altas declinan en abundancia conforme decrece la altitud, hasta desaparecer sin ser reemplazadas por nuevas especies en las partes más bajas. Por otra parte, Bowers y Lowe (1986), en un estudio que examina la diversidad de especies y formas de crecimiento, encuentran que, las asociaciones de plantas en la parte superior de la bajada, presentan más especies y formas de crecimiento que las asociaciones de los sitios bajos, asimismo, que no todas las especies y particularmente las formas de crecimiento, pueden ocurrir en todas las asociaciones de plantas a lo largo de la

bajada. Asimismo, que las especies presentes en las asociaciones bajas y altas de una bajada se encuentran en los límites de su distribución regional, mientras que las especies localizadas en el ecotono de estas dos asociaciones, están más cercanas a su centro de distribución regional (Bowers, 1988 ).

Ezcurra et al. (1987), aplicando métodos multivariados (clasificación y ordenación) y análisis de gradientes, en la vegetación desértica del Pinacate, Sonora, México, determinan que la variación de los tipos de vegetación, se encuentra altamente correlacionado con el tipo de suelo y topografía, los cuales son los mejores indicadores de los cambios graduales de vegetación a lo largo de un gradiente topográfico, indicando además que estas comunidades son dominadas por arbustos micrófilos xerofíticos (principalmente Larrea tridentata y Ambrosia dumosa ) y que florística y estructuralmente están relacionadas con la subdivisión parte baja del Valle Río Colorado (Shreve y Wiggins, 1964), la región más árida del Desierto Sonorense (Hastings y Turner, 1965).

### III- AREA DE ESTUDIO: DESCRIPCION GENERAL

#### III.1 - LOCALIZACION GEOGRAFICA

La parte baja del Valle Rio Colorado, llamado Desierto Microfílo (Shreve y Wiggins, 1964), es la más grande y árida subdivisión del desierto Sonorense. Se extiende hacia el sur a partir de su centro (alrededor de la cabeza del Golfo de California), a los  $29^{\circ} 30'$  norte en Baja California y hasta los  $29^{\circ} 15'$  norte en Sonora (Turner y Brown, 1982).

Una mejor localización geográfica del área de estudio la proporciona Venegas (MS), donde señala que el Desierto de San Felipe se localiza al este de la península de Baja California, en el Estado de Baja California y abarca dos municipios, Mexicali y Ensenada. Al norte esta limitada por un conjunto de sierras bajas conocidas como las Tinajas y las Pintas, bajando abruptamente a una planicie que forma parte de una llanura deltáica de inundación del Rio Colorado. Al sur esta limitada por la Sierra de Santa Isabel. Al oeste por la Sierra de San Pedro Mártir y Sierra Juárez, y al este por el mar de Cortéz. Sus coordenadas geográficas son  $31^{\circ} 15'$  y  $32^{\circ} 00'$  latitud norte y  $114^{\circ} 30'$  y  $116^{\circ} 00'$  longitud oeste; el área que cubre es aproximadamente  $8850 \text{ Km}^2$  sin considerar el área sujeta a inundaciones que no forma parte de la superficie del municipio de Mexicali (Fig. 1).

#### III.2- GEOLOGIA

Esta región se encuentra formada principalmente por rocas

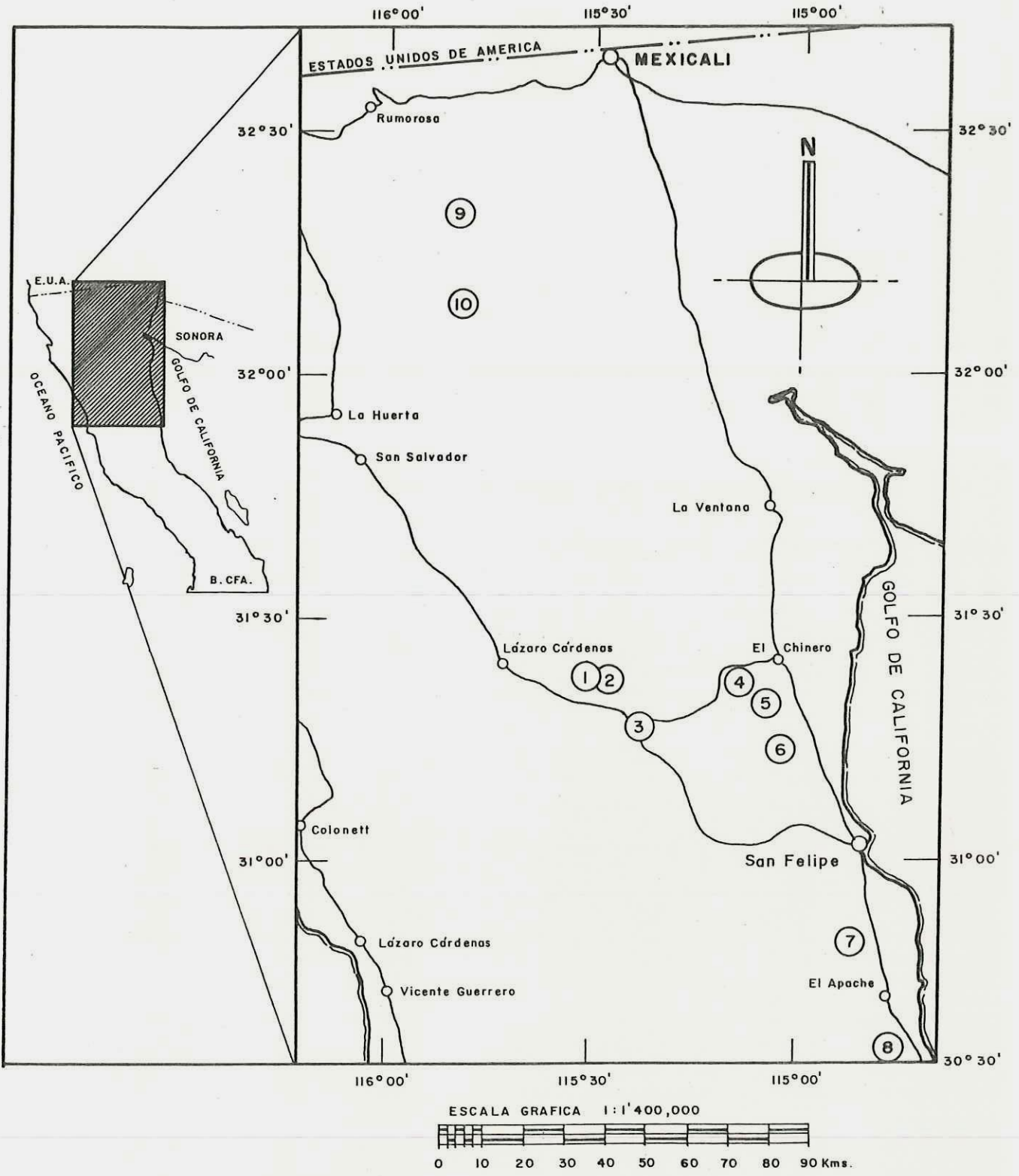


Fig. 1. Localización de los sitios de muestreo en el área de estudio en el Desierto Micrófilo de San Felipe, B. C., México

metasedimentarias , localizándose en pequeñas porciones sobre todo en las sierras de las Pintas y las Tinajas, donde las rocas son más antiguas y pertenecen al Paleozóico. Las rocas intrusivas son de origen volcánico que no lograron emerger y que se formaron en el Cretácico, siendo apreciables en las sierras bajas de San Felipe a Santa Rosa. Se conforma también de rocas extrusivas, las cuales son de origen volcánico formadas por la gran actividad volcánica en el Cenozóico, principalmente en el Plioceno ( Gastil et al., 1975; Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, 1982 ).

### III.3- FISIOGRAFIA

Shreve y Wiggins (1964), caracterizan esta región, dentro de la gran provincia del Desierto Sonorense, sin embargo, MacMahon (1985), incluye a esta región, dentro de la provincia de la cordillera peninsular . La Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (1982), considera que esta region esta formada por dos provincias, la provincia de la Llanura Sonorense, que penetra al noreste del estado y la provincia de la península de Baja California, a la que pertenece la mayor parte de la entidad. Venegas (MS) , en una descripción más completa y tomando en cuenta factores como el clima , vegetación, origen y tipo de roca superficial, subdivide a esta región en ocho facetas o unidades fisiográficas : sierras bajas, valles intermontanos, lomeríos, mesetas, bajadas, planicies de inundación, dunas y sierras altas.

### III.4- SUELOS

Según la Dirección de General de Geografía del Territorio Nacional (1982), esta región se encuentra formada por suelos de tipo regosol, fluvisol, solanchak y litosol. El suelo regosol es de origen coluvial, de textura gruesa y formado en un 90% por arena de tamaño medio o fino, bajo en contenido de nutrientes, menos de 1% de materia orgánica son suelos profundos y de buen drenaje. El tipo fluvisol, es de origen fluvial, de textura media y profundos, y es dominados principalmente por arenas. Suelos solanchak, formados por acumulación de los sedimentos del Río Colorado, texturas medias a finas y altos contenidos de sales. El tipo litosol, no presenta desarrollo en el perfil y son totalmente superficiales, localizados en sierras bajas y altas así como en mesetas.

MacMahon (1988); Humprhey (1981) y Walkowiak et al., (1990), describen para esta región, un tipo de suelo conocido como pavimento desértico, el cual al parecer es formado mediante una intemperización "in situ", ó por la remoción de las partículas finas mediante la acción eólica frecuentemente están cubiertos por un barniz desértico y óxido de ferromanganeso hidratado, el cual le da un color oscuro, suelo en cual predominan especies como Fouquieria splendens y en menor proporción Larrea tridentata.

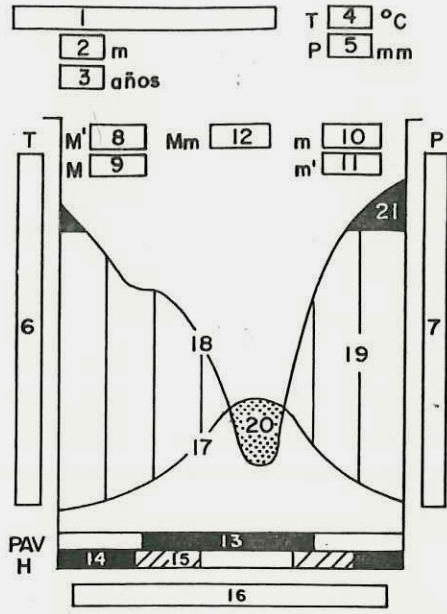
### III.5 CLIMATOLOGIA

Hastings y Turner (1965), consideran a esta región como uno de los dos centros de aridez formados en Baja California, debido a la interacción de los regímenes de precipitación que afectan a la península. Estos autores registran un promedio de 61 mm anuales y una oscilación de temperaturas medias anuales de 22 °C a 24 °C. Venegas (MS) indica que de Mayo a Junio es la época más caliente y seca donde puede alcanzar temperaturas hasta de 48 °C a la sombra. Asimismo indica que en los meses de invierno se registra el mayor porcentaje de lluvias y temperaturas nunca por abajo de los 0 °C.

Ezcurra y Rodríguez (1986), en un estudio sobre la probabilidad de distribución en los patrones de precipitación, mencionan que los arbustos micrófilos dominan en la parte baja del Valle Rio Colorado, debido a que su precipitación es altamente impredecible, esto es, que la frecuencia de los periodos de lluvia son bajas y el patrón de precipitación es irregular. Las figuras 3 y 4 muestran los diagramas climáticos de las dos únicas estaciones ubicadas en nuestra zona de estudio, Mexicali y San Felipe, estos diagramas ombroclimáticos, fueron obtenidos con los registros de 41 y 40 años respectivamente, y en ellos se muestran los promedios medios de temperatura y precipitación, además de los valores de otros parámetros (Fig. 2).

### III.6 VEGETACION

Fisionómicamente, Larrea tridentata y Ambrosia dumosa, son



1. Estación meteorológica.
2. Altitud.
3. Años de observación.
4. Temperatura media anual.
5. Precipitación anual.
6. Escala de temperaturas (°C).
7. Escala de precipitaciones (mm. agua de lluvia).
8. Temperatura máxima absoluta del mes más cálido.
9. Temperatura media de las máximas del mes más frío.
10. Temperatura media de las mínimas del mes más frío.
11. Temperatura mínima absoluta del mes más frío.
12. Temperatura media de las máximas del mes más frío.
13. Período de actividad vegetal (PAV).
14. Período con heladas seguras.
15. Período con heladas probables.
16. Meses.
17. Curva de la temperatura media mensual.
18. Curva de la precipitación media mensual.
19. Período húmedo.
20. Período seco.
21. Precipitación superior a 100 mm.

Fig. 2 - Simbología de parámetros climáticos.

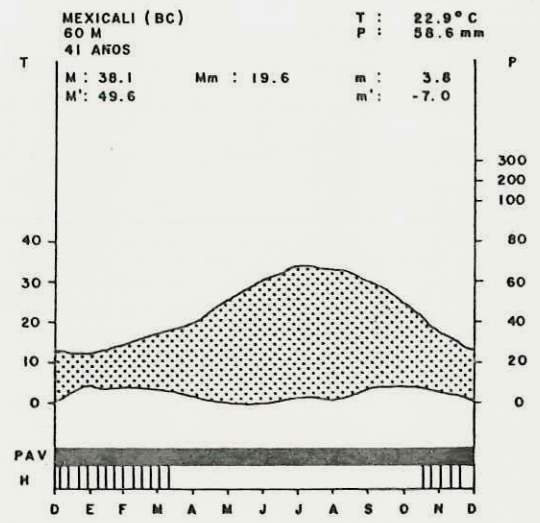
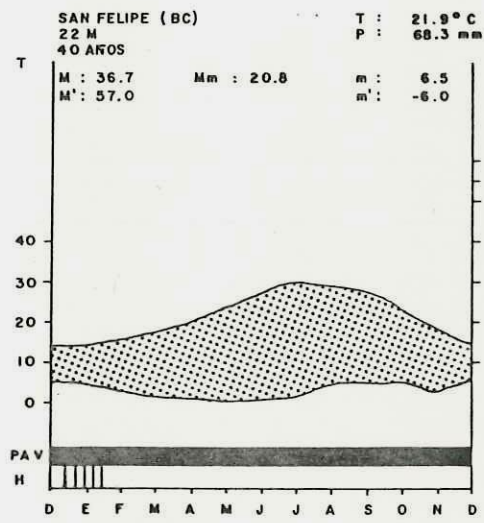


Fig.3 y 4 - Diagramas ombrotérmicos para dos estaciones San Felipe y Mexicali en B.C., Mexico.

reconocidas como las más abundantes o dominantes para esta región; debido a éstas y otras especies micrófilas debe su nombre esta región conocida como desierto micrófilo.

La existencia de diferencias fisiográficas y de topofor-  
mas ( Marks 1950; Turner y Brown 1982 ; Warren y Anderson  
1985 ), permiten el desarrollo de otras especies de menor  
abundancia, que son características de los diferentes sustra-  
tos y topoformas tales como : Chilopsis linearis, Dalea  
spinosa (xerorriparias); Ambrosia ilicifolia, Agave deserti,  
Agave cerulata, Euphorbia tomentulosa, Prosopis palmeri,  
Ferocactus acanthodes y Cercidium microphyllum (parte media y  
alta de la bajada); Atriplex canescens, Palafoxia linearis e  
Hilaria rigida (valles y mesetas). Cada uno muestra estruc-  
tura y composición florística diferente . En cuanto a las  
plantas anuales, Mclaughlin et al. (1987), reportan un alto  
porcentaje, sobre todo de invierno y relegando la  
distribución de herbáceas perennes y anuales de verano a los  
micrositios más mésicos , como laderas de alta pendiente de  
exposición norte y estanques sombreados en arroyos de fondo  
arenoso profundo.

### III.7- LOCALIZACION DE LOS SITIOS DE MUESTREO

Los diez sitios de mustreo se encuentran localizados  
dentro del área geográfica descrita en la Figura 1, y están

dispuestos a lo largo de un gradiente altitudinal (50 a 780 m) en dirección oeste-este (Ver Tabla 1).

Tabla 1.- Localización de los sitios de muestreo en el Desierto Microfílo de San Felipe, B. C., México

SITIOS	COORDENADAS		ALTITUD (m)
	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	
1	31° 18' 42"	115° 25' 30"	780
2	31° 19' 09"	115° 26' 38"	700
3	31° 17' 24"	115° 21' 45"	580
4	31° 23' 21"	115° 09' 00"	250
5	32° 23' 40"	115° 02' 00"	50
6	31° 22' 00"	115° 00' 00"	60
7	30° 58' 00"	114° 49' 00"	70
8	32° 36' 00"	114° 43' 00"	60
9	32° 25' 00"	115° 49' 00"	60
10	32° 10' 00"	115° 46' 00"	150

#### IV- METODOLOGIA

Los sitios de estudio fueron seleccionados, en base a la distinción de aparentes patrones zonales en la composición taxonómica y fisonómica de las comunidades de plantas, distribuidas lo largo de un gradiente altitudinal. Los muestreos se realizaron de Enero de 1988 a Febrero de 1990. En cada sitio de muestreo se realizaron transectos utilizando el método de intercepción en punto, el cual tiene una base teórica simple donde la porción de puntos interceptados de cierta especie, es igual a la cobertura en porcentaje de la misma ( Barbour et al., 1987 ; Mueller-Dombois y Elleberg, 1978 ). Considerando que en otros estudios realizados en comunidades xéricas del Desierto Sonorense de Arizona ( Mcleary y Wagner, 1972; Phillips y MacMahon, 1978; Warren y Anderson , 1985 ), han utilizado el método de intercepción en línea para la obtención de parámetros de cobertura, frecuencia y densidad; su efectividad ha sido confirmada por Heady et al. (1959) y Floyd y Anderson (1987), en estudios separados sobre la comparación de métodos de muestreo de vegetación arbustiva. Ambos concluyeron que mediante el método de intercepción en puntos, se logra el mismo grado de precisión que el método de intercepción en línea, con aproximadamente dos tercios del tiempo de muestreo.

La configuración del transecto ( Fig. 5.a ), es la de una cruz, formada por cuatro transectos o líneas de 25 m de

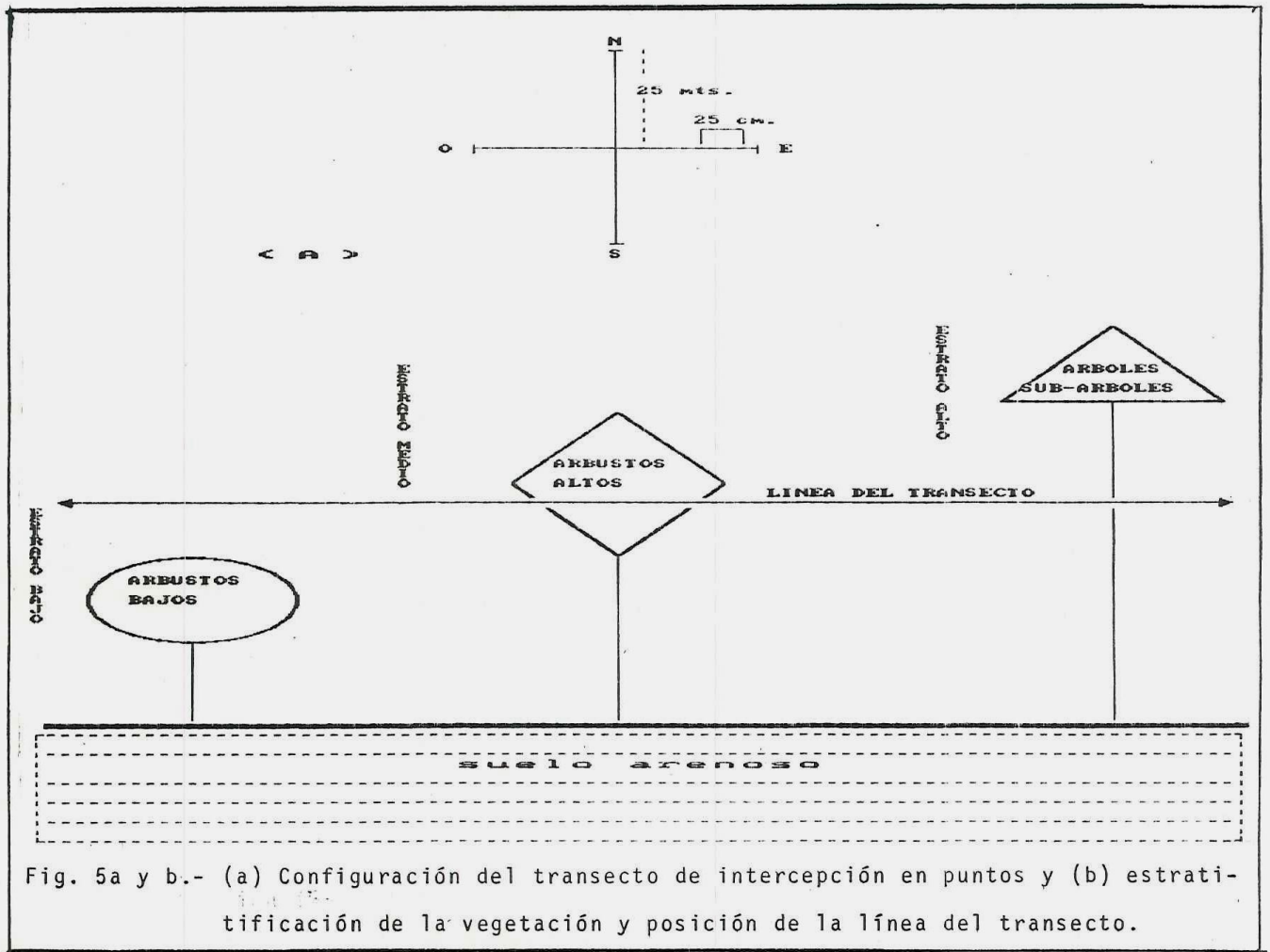


Fig. 5a y b.- (a) Configuración del transecto de intercepción en puntos y (b) estratificación de la vegetación y posición de la línea del transecto.

longitud cada una, dichas líneas presentan un mismo centro de origen y están orientadas hacia los cuatro puntos cardinales. Los puntos de intercepción son equidistantes a intervalos de 25 cm a lo largo de cada una de las cuatro líneas. De esa manera se registran solamente las plantas interceptadas por los puntos, los puntos no interceptados por vegetación se considera como suelo desnudo. Simultáneamente se registra la especie interceptada en cada uno de los puntos, se anota su altura máxima, con el propósito de elaborar una descripción de la variación de la estructura vertical de la vegetación que conforma, cada uno de los sitios de muestreo (Fig. 5.b).

En cada sitio de muestreo, se tomaron muestras de suelo a diferentes profundidades, con el propósito de hacer una caracterización edafológica (análisis físico-químico del suelo), considerando al suelo como un factor ambiental que influye sobre la estructura y composición de la vegetación.

La altitud con respecto al nivel del mar, para cada sitio de muestreo, se tomó mediante un altímetro y auxiliándose en mapas (escala 1:50,000) de la zona de estudio.

#### IV.1-ANÁLISIS DE SUELO :

Este consistió en realizar mediciones físico-químicas (textura, pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, cloruros, magnesio y fósforo), con el propósito de relacionarlos como factores causales directos o indirectos, de cambios la estructura y composición de la vegetación (MacMa-

hon y Wagner, 1981; Phillips y MacMahon, 1978).

#### IV.2- ANALISIS ECOLOGICO

La primera parte consistió en obtener los valores, del porcentaje de cobertura, parámetro que arroja el método de intercepción en punto para la vegetación perenne, complementariamente se registró presencia-ausencia y número de especies.

Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), en logaritmo base 2 (Pielou, 1976), para cada uno de los sitios de muestreo, en donde :

$$H = - \sum P_i \ln P_i$$

$H'$  = Diversidad (bits/individuo)

$s$  = Numero de especies

$P_i$  = Proporción del número de individuos de la especie  $i$  con respecto al número total de individuos de todas las especies en la muestra ( $N_i/N_t$ ).

Por otra parte, el patrón de distribución de abundancia de especies, se determinó mediante el modelo de distribución Log-Normal (Wittaker, 1965). Para determinar o detectar la influencia de los factores ambientales sobre los patrones de distribución de la vegetación, así como para ubicar y ordenar sitios de muestreo a lo largo de un gradiente ambiental (en este caso altitudinal), se utilizaron de manera análoga dos métodos estadísticos: Análisis directo de gradientes (Gauch, 1982) y Análisis de componentes principales (Ludwig y Reyn-

olds, 1987). Estos dos métodos se complementan entre sí, y permiten corroborar la eficacia de los mismos.

## V-OBJETIVO GENERAL

1. - Contribuir al conocimiento florístico y vegetacional del Desierto Micrófilo de San Felipe, Baja California, México.

### V.1- OBJETIVOS PARTICULARES

1. - Elaborar un listado florístico de las especies más representativas del Desierto Micrófilo de San Felipe.
2. - Detectar la variación de la composición florística y de la estructura vegetacional, así como de otros atributos sinecológicos, a través de un gradiente altitudinal y edafológico.

## VI- RESULTADOS

### VI.1-COMPOSICION FLORISTICA

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre la parte fundamental de este trabajo, es decir, sobre la composición florística, se registraron los siguientes taxa: 34 familias, 95 géneros, 132 especies y 16 subespecies (Tabla. 2).

Del total de familias registradas, el 2.9% (1) corresponde a Gimnospermas, el 85.2% (30) a Angiospermas Dicotiledoneas y el 8.82% (3) a Angiospermas Monocotiledoneas (Fig. 6).

En lo concerniente a nivel de géneros y especies, la distribución porcentual fue respectivamente, como sigue : 1.05% y 0.7% Gimnospermas, 9.4% y 10% Monocotiledoneas, 88.4% y 89.2% Dicotiledoneas (Fig. 6).

En cuanto a los porcentajes de las formas biológicas, el 8.5% correspondieron a árboles y subárboles, 23.2% arbustos, 58.9% herbáceas ( anuales y perennes ) y el 9.3% a suculentas (Fig. 7).

El inventario florístico registro cinco especies endémicas para Baja California: Dalea purpusii, Errazurizia megacarpa, Petalostemon evanescens, Prosopis palmeri y Opuntia cineracea. Otras especies registradas como: Chilopsis linearis, Dalea spinosa y Beloperone californica, son consideradas como endémicas xerorriparias y restringidas a esta subdivisión.

El 60 % de las plantas anuales correspondieron a efímeras

Tabla 2.- Número de familias, géneros, especies e infraespecíficos, registrados entre 1988 y 1990, en el Desierto Microfilo de San Felipe, B. C., México

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	INFRAESPECIFICO ( SSP/VAR. )
ACANTHACEAE	1	1	0
AGAVACEAE	2	3	0
AMARANTHACEAE	1	1	0
ASCLEPIADACEAE	1	1	0
ASTERACEAE	15	18	0
BIGNONIACEAE	1	1	0
BORAGINACEAE	2	6	0
BRASSICACEAE	2	2	2
BURSERACEAE	1	2	0
CACTACEAE	5	10	1
CARYOPHYLLACEAE	1	1	0
CHEENOPODIACEAE	2	2	0
EPHEDRACEAE	1	1	0
EUPHORBIACEAE	5	7	0
FABACEAE	14	20	4
FOUQUIERIACEAE	1	1	0
HYDROPHYLLACEAE	1	3	0
KRAMERIACEAE	1	2	0
LAMIACEAE	1	1	0
LILIACEAE	1	1	0
LOGANIACEAE	3	3	1
MALVACEAE	4	4	0
NYCTAGINACEAE	5	7	1
ONAGRACEAE	2	4	2
PASSIFLORACEAE	1	1	1
PHYTOLACACEAE	1	1	1
PLANTAGINACEAE	1	2	2
POACEAE	7	10	0
POLEMONIACEAE	2	2	0
POLYGONACEAE	2	6	0
SIMMONDSIACEAE	1	1	0
SOLANACEAE	3	3	0
SCROPHULARIACEAE	2	2	0
ZYGOPHYLLACEAE	2	2	0
<b>TOTAL = 34</b>	<b>95</b>	<b>132</b>	<b>16</b>

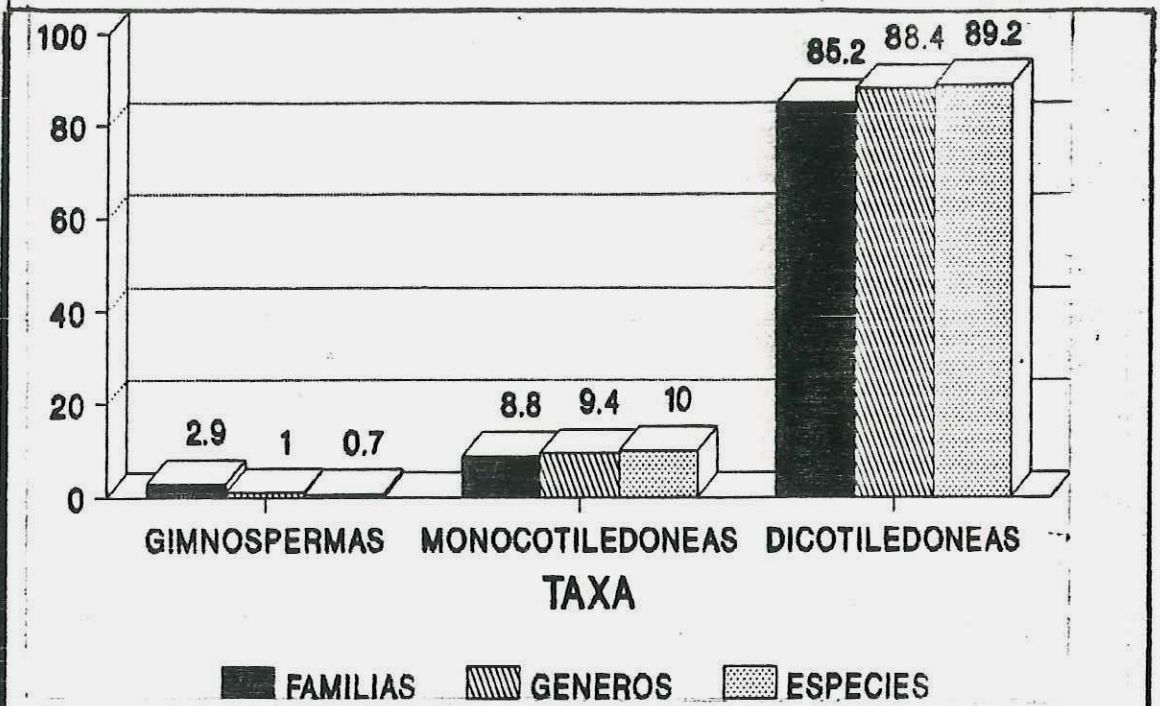


Fig. 6.- Composición relativa (%) de grupos taxonómicos registrados para la zona de estudios (Desierto Microfilo de San Felipe, B. C., México)

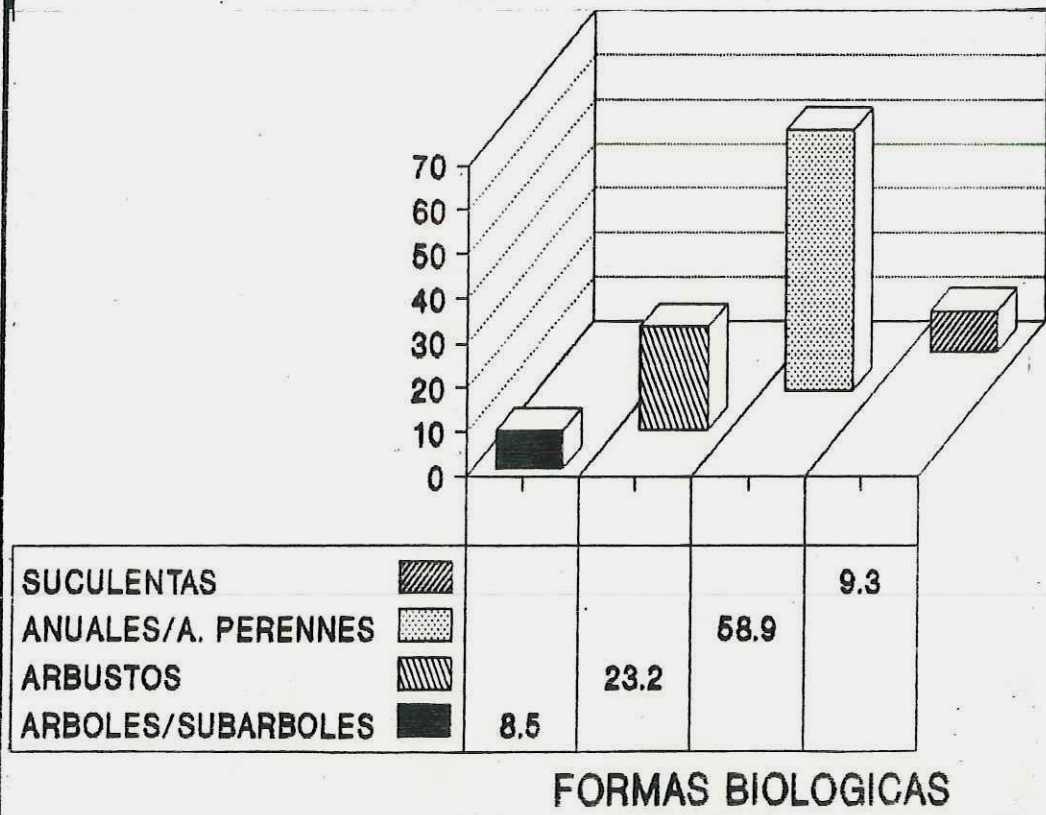


Fig. 7.- Composición relativa (%) de formas biológicas registradas para la zona de estudio (Desierto Microfilo de San Felipe, B. C., México).

invernales, considerandose al resto como anuales de verano o herbáceas perennes.

Las familias Fabaceae, Asteraceae, Poaceae, Cactaceae y Euphorbiaceae, fueron las más representativas en el inventario florístico ya que contribuyeron con el 49.6% de las especies.

## VI.2 - COMPLEJO GRADIENTE AMBIENTAL

En base a la metodología aplicada, se observaron diferencias en la composición florística, en la estructura vertical y horizontal de la vegetación, los cuales varían conjuntamente a lo largo del gradiente altitudinal.

Se obtuvieron valores de porcentaje de cobertura total e índices de diversidad más altos para los sitios de muestreo 1, 2 y 3, con un valor promedio de cobertura total de 27% y un índice de diversidad ( $H'$ ) promedio de 1.8, mientras que los restantes sitios de muestreo, presentaron valores de cobertura medios y bajos que van desde 7.2% a 17%, e índices de diversidad oscilando entre 0.7 a 1.6; lo cual nos indica cambios graduales de estos parámetros ecológicos (Fig. 8). Los tres primeros sitios de muestreo, se ubican a altitudes que van desde los 700 a los 500 m, el resto de los sitios presentan altitudes de los 300 a los 50 m (Tabla. 3 ).

Característicamente, la dominancia por especie (porcentaje de cobertura), cambia de los sitios más altos a los más bajos; así para los sitios 1 y 2 , las especies dominantes fueron Ambrosia dumosa (7.5%) y Simmondsia chinensis (9.2%), asimismo se registraron especies de cobertura intermedia, correspondientes a formas biológicas del tipo suculentas y arbóreas : Agave deserti (5.3%), Cercidium microphyllum (4.5%), Agave cerulata (1.3 %), Prosopis palmeri (6.7%), Prosopis juliflora (3.87%) y Opuntia echinocarpa

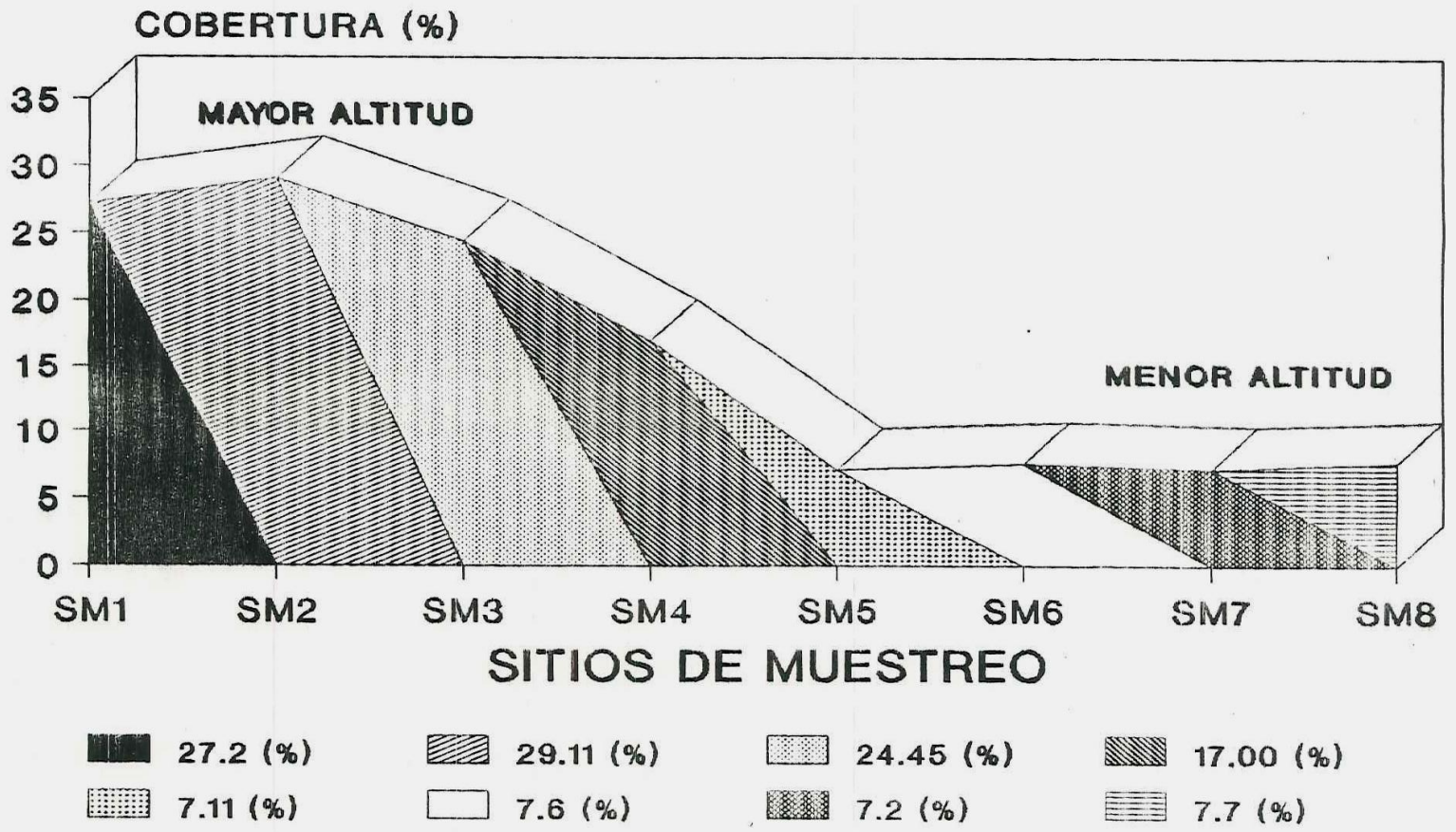


Fig. 8.- Porcentaje de cobertura total a lo largo de un gradiente altitudinal para 8 sitios de muestreo en el Desierto Micrófilo de San Felipe, B.C., México.

Tabla 3.- Lista de especies, altitud, índice de diversidad y porcentaje de cobertura para cada uno de los sitios de muestreo en el Des. de San Felipe, B.C.

SITIOS DE MUESTREO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALTITUD (MSNM)	700	700	500	250	50	60	70	60	60	150
INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER (H')	2.27	1.67	1.48	0.88	1.6	0.95	0.74	1.0	1.2	1.7
<b>LISTA DE ESPECIES</b>										
	<b>% DE COBERTURA POR ESPECIE</b>									
1-Agave cerulata	1.3	0.5	1.15	-	-	-	-	-	-	-
2-Agave deserti	4.7	5.39	0.6	-	-	-	-	-	-	-
3-Ambrosia dumosa	7.5	-	2.95	2.5	-	0.8	2.5	-	1.4	6.33
4-Ambrosia ilicifolia	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-Cercidium microphyllum	4.5	2.0	1.45	-	1.5	-	0.3	1.1	1.0	3.9
6-Dalea spinosa	-	-	-	-	-	2.7	-	-	-	-
7-Dalea sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.41
8-Encelia farinosa	0.1	-	0.05	-	1.25	-	-	0.6	0.3	-
9-Ephedra californica	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10-Eriogonum sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5
11-Euphorbia tomentulosa	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12-Ferocactus acanthodes	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-Fouquieria splendens	1.0	-	0.6	0.4	1.3	-	-	1.3	-	1.08
14-Hibiscus denudatus	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15-Hymenoclea salsola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5
16-Krameria grayi	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17-Larrea tridentata	-	-	14.8	11.9	1.87	4.0	5.7	4.6	5.4	0.5
18-Opuntia acanthocarpa	0.08	-	1.05	-	-	-	-	-	-	0.5
19-Opuntia bigelovii	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-
20-Opuntia echinocarpa	0.5	1.2	0.3	-	-	-	-	-	-	0.5
21-Opuntia fulgida	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-
22-Opuntia ramosissima	0.6	-	0.8	-	-	-	-	-	-	-
23-Opuntia sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5
24-Prosopis juliflora	0.7	3.87	-	-	-	-	-	-	-	-
25-Prosopis palmeri	0.5	6.75	-	2.1	0.8	-	-	-	1.1	-
26-Simmondsia chinensis	2.0	9.25	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>% TOTAL</b>	27.2	29.1	24.4	17.0	7.11	7.6	7.2	7.7	9.5	15.9

(1.25 %). Para el resto de los sitios , a excepción del sitio 10, Larrea tridentata fue la especie dominante, presentando su mayor cobertura (14.8%) en el sitio 4 (Tabla 3).

De acuerdo con el modelo de distribución log-normal, se observa que solamente cumplen con este patrón los tres primeros sitios de muestreo, siendo el sitio 1 el que mejor representa este tipo de distribución (Fig. 9), dado que presenta un mayor número de especies. Dicho patrón se caracteriza por presentar una gran cantidad de especies con valores intermedios de cobertura, ubicados en la octava modal de 0.464 a 0.928 (Fig. 9) y donde el número de especies disminuye hacia ambos lados de esta octava modal, encontrándose hacia la izquierda las especies menos comunes o de menor cobertura ( Opuntia acanthocarpa, Encelia farinosa, Opuntia ramosissima) ; mientras que a la derecha se ubican las más conspicuas o de mayor cobertura como ; Larrea tridentata y Ambrosia dumosa. El patrón de este modelo se rompe en una forma gradual, desde el sitio 4 hacia el resto de los sitios, donde la diversidad es muy baja y los valores de las octavas de cobertura fluctúan entre una y dos especies dominantes (Fig. 9a y b).

El patrón de variación de la estructura vertical de la vegetación, caracterizado en cuatro de los sitios de muestreo más representativos (Fig. 10a, b, c y d), dió como resultado una estratificación de 3 a 4 niveles de altura, mostrando diferencias en relación a las frecuencias de alturas de la

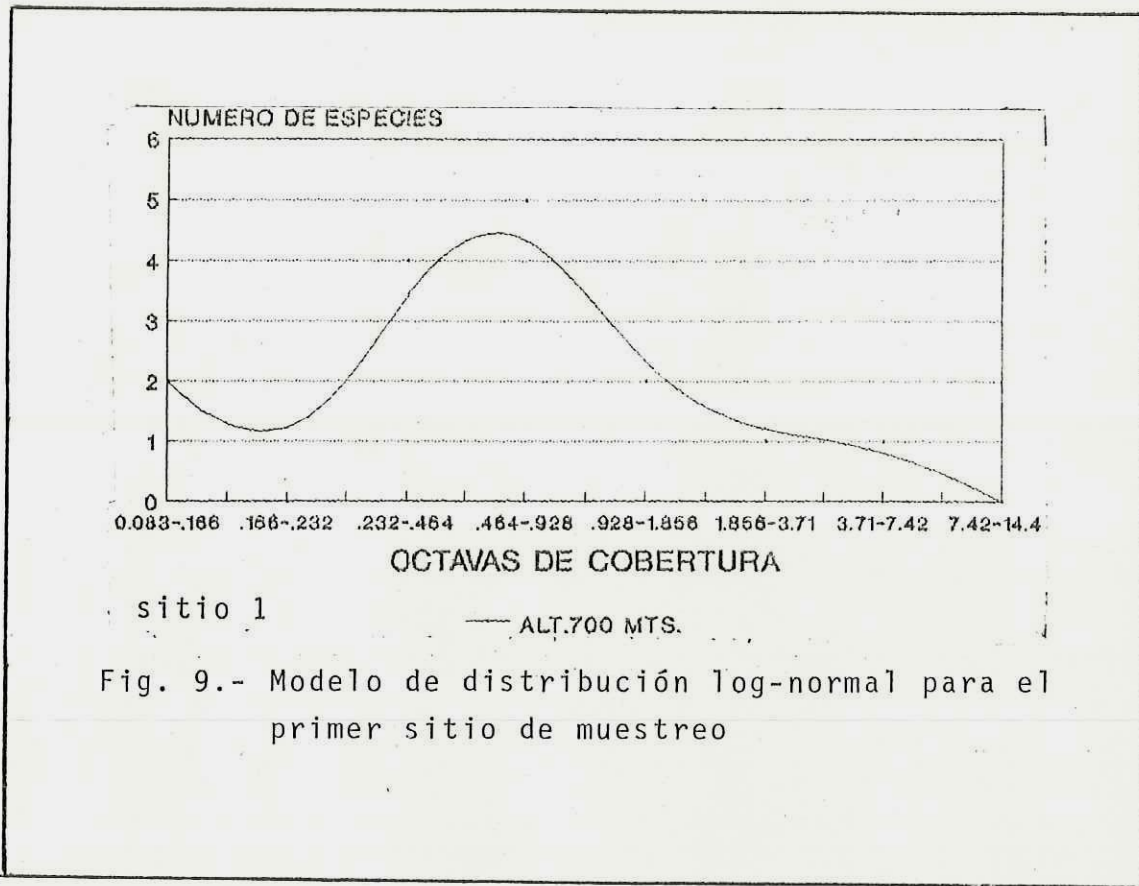


Fig. 9.- Modelo de distribución log-normal para el primer sitio de muestreo

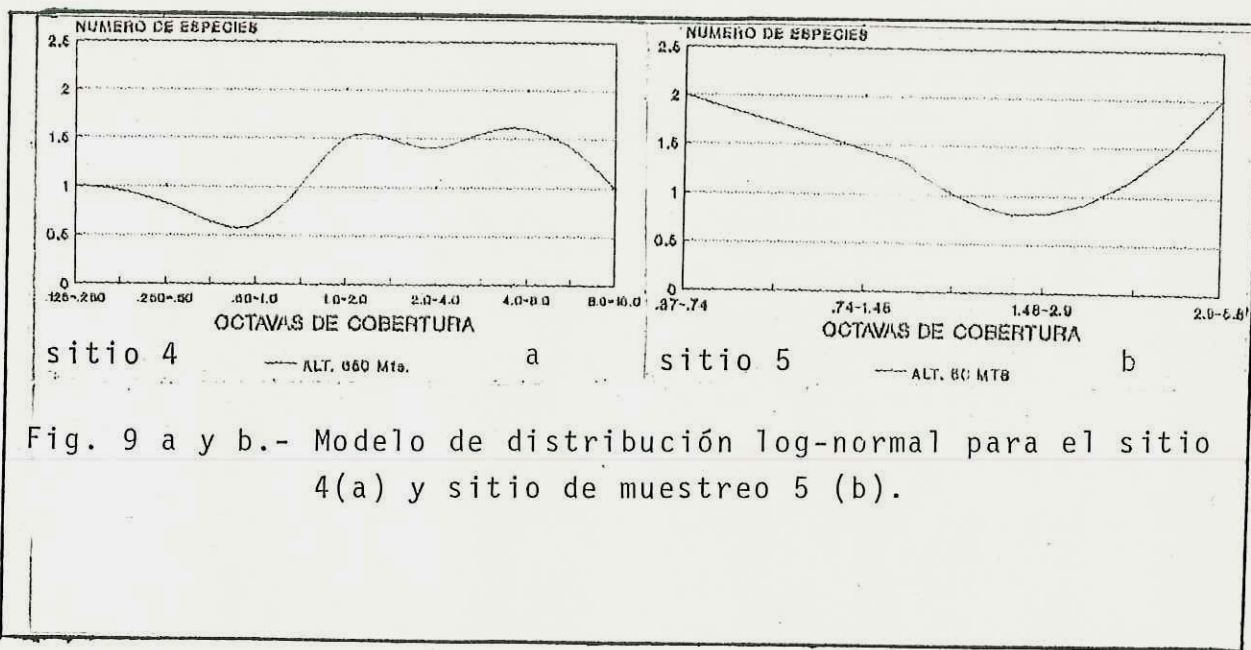
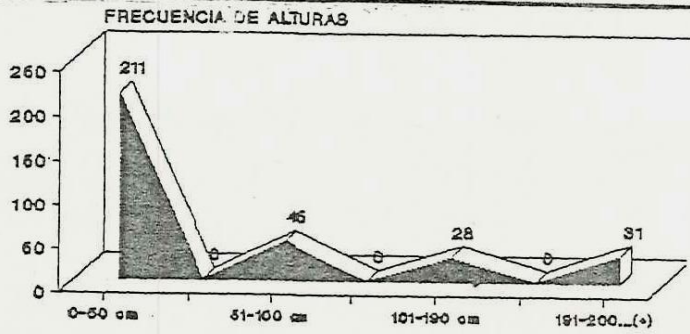
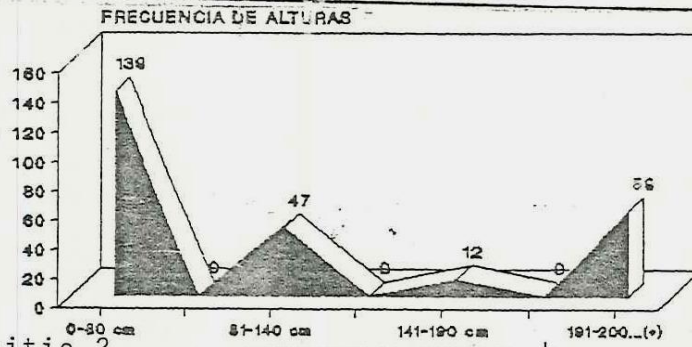


Fig. 9 a y b.- Modelo de distribución log-normal para el sitio 4(a) y sitio de muestreo 5 (b).

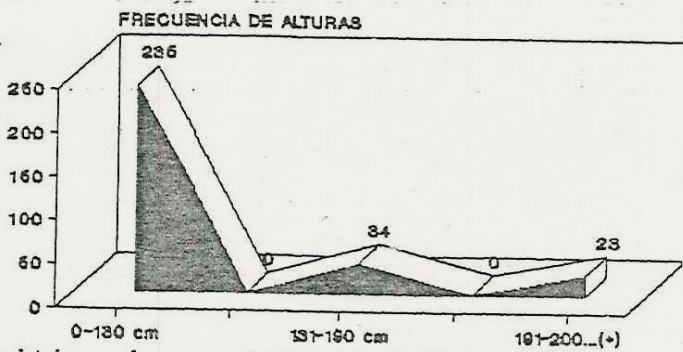


sitio 1 RANGO DE ALTURAS a

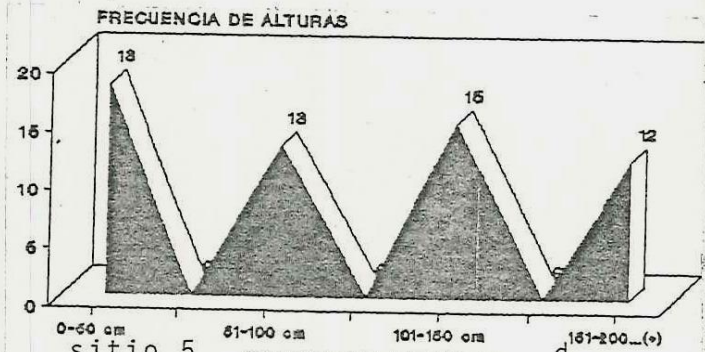


sitio 2 RANGO DE ALTURAS b

Fig.10 a y b.- Estratificación de la Vegetación para los sitios de muestreo 1 (a) y el sitio 2 (b)



sitio 4 RANGO DE ALTURAS c



sitio 5 RANGO DE ALTURAS d

Fig 10 c y d.- Estratificación de la vegetación para los sitios de muestreo 4 (c) y 5 (d).

vegetación a lo largo del gradiente altitudinal de los sitios de muestreo. Así, en el primer sitio de muestreo (Fig. 10a) se presenta una dominancia del estrato bajo (0-50 cm) donde podemos encontrar especies, como: Euphorbia tomentulosa, Ambrosia dumosa, Agave deserti, Agave cerulata. El estrato medio (51-190 cm), está representado por plantas como Simmondsia chinensis, Ambrosia ilicifolia, Encelia farinosa y Opuntia acanthocarpa, El estrato alto (191 a más de 200 cm) es conformado por subárboles como; Prosopis palmeri, Prosopis juliflora, y Cercidium microphyllum.

En el sitio de muestreo 2 (Fig. 10b), la estratificación fue muy similar a la anterior, excepto por un ligero aumento del estrato alto, formado por subárboles. En los sitios restantes se observa una tendencia a la homogeneización de las alturas de las plantas. En las frecuencias de alturas del sitio 4 (Fig. 10c), se observa una mezcla de los estratos bajos e intermedios y una disminución del estrato alto, siendo en el sitio 5 (Fig. 10d), donde las frecuencias de alturas se homogeneizan, mostrándonos una vegetación muy dispersa y sin aparente dominancia por ninguno de los estratos, excepto por el intermedio, que sin embargo presenta valores de frecuencias bajos y conformado principalmente por Larrea tridentata y Ambrosia dumosa.

Respecto al análisis del suelo, algunos de los sitios de muestreo (Tabla 4), muestran que a nivel edafológico, también se manifiesta un cambio gradual de los factores físico-químicos del suelo. Así, por lo que a la textura se refiere,

Tabla 4.- Caracterización edafológica en 7 de los sitios de muestreo a lo largo del gradiente altitudinal en el Desierto Micrófilo de San Felipe, B. C., México

SITIO 1		SITIO 3			SITIO 6			SITIO 7			
PROFUNDIDAD EN CENTIMETROS											
TEXTURA	0-30 cm	0-10	10-34	34...)	0-0	0-25	25...)	0-6	6-10	10-24	24...)
% ARENA	53.2	73.6	73.6	85.6	75.6	83.6	89.6	89.2	89.2	91.6	93.6
% LIMO	43.2	22	24	12	16	14	8	6.8	6.4	4.4	3.2
% ARCILLA	3.8	4.4	2.4	2.4	8.4	2.4	2.4	4	4	4	3
P.H	6.8	7.3	7.3	8.2	8.0	7.7	7.6	7.3	7.4	7.0	7.9
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (MMHOS/CM <sup>-1</sup> )	.483	.309	.241	.451	1.72	.76	1.07	.354	.357	1.10	.354
MATERIA ORGANICA (%)	1.17	1.45	.67	.54	.67	.47	.54	.54	.93	.024	.73
CALCIO MEQ/100 gr	-	8.0	2.0	2.4	7.0	6.0	7.0	7.0	2.0	2.0	4.0
CLORUROS (%)	-	.34	.2	.2	.3	.6	.5	.6	.14	.14	0.1
MAGNESIO MEQ./100 gr	-	1	26	7	5	9	1	2	33	21	10
SITIO 8			SITIO 9			SITIO 10					
PROFUNDIDAD EN CENTIMETROS											
TEXTURA	0 - 23 cm			0-10	10-30	30...)	0-15	15-40	40...)		
% ARENA	95.0			88.0	80.0	86.0	77.0	90.0	88.0		
% LIMO	3.0			8.0	8.0	9.6	19.0	8.0	8.0		
% ARCILLA	2.0			3.2	3.2	9.6	3.2	1.2	3.2		
P.H	7.6	8.2	8.1	8.5	8.0	8.1	8.1	7.0	7.6		
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (MMHOS/CM <sup>-1</sup> )	.26	.35	.6	.30	.23	.26	.262	.344	.326		
MATERIA ORGANICA (%)	.26	.54	.21	.07	.002	.002	.21	0	.002		
CALCIO	5	6	7	-	-	-	-	-	-		
CLORUROS (%)	.12	.1	.01	.2	.2	.2	.2	.2	.2		
MAGNESIO	10	4	5	-	-	-	-	-	-		

los porcentajes de arena aumentan de los sitios más altos (1 y 2), los cuales presentan valores de porcentaje de arena de 53.2% y 73.6% respectivamente, a los sitios más bajos los cuales presentan valores porcentuales de arena que van de 89.2% a 93.6% (Fig. 11).

El porcentaje de limo (43.0%) es mayor unicamente en el primer sitio de muestreo, disminuyendo gradualmente hacia los sitios restantes. Por lo que al porcentaje de arcilla se refiere, no se observa un cambio gradual conspicuo como los anteriores porcentajes texturales (Fig. 11).

De la misma forma, aunque menos definida, la materia orgánica presenta valores altos (1.45% y 1.17%) en los primeros sitios y valores bajos (0.54% y 0.024%) para los sitios de menor altitud (Tabla 4).

En contraste con los factores ambientales anteriores, el pH y la conductividad eléctrica (salinidad), aumentan desde los sitios de mayor altitud a los sitios más bajos, registrándose valores de pH para los tres primeros sitios de 6.8, 7.3 y 7.6, los cuales se encuentran a mayor altitud y valores de 7.9 a 8.2 para los sitios bajos. La conductividad eléctrica presenta el mismo patrón de variación de incremento, conforme se desciende a los sitios de menor altitud; este patrón es más notable de los sitios 1 al 6, donde se observan valores que van de 0.48 a 1.18 (Tabla 4).

Los valores de calcio, cloruros y magnesio, mostraron patrones no muy bien definidos a lo largo del gradiente de

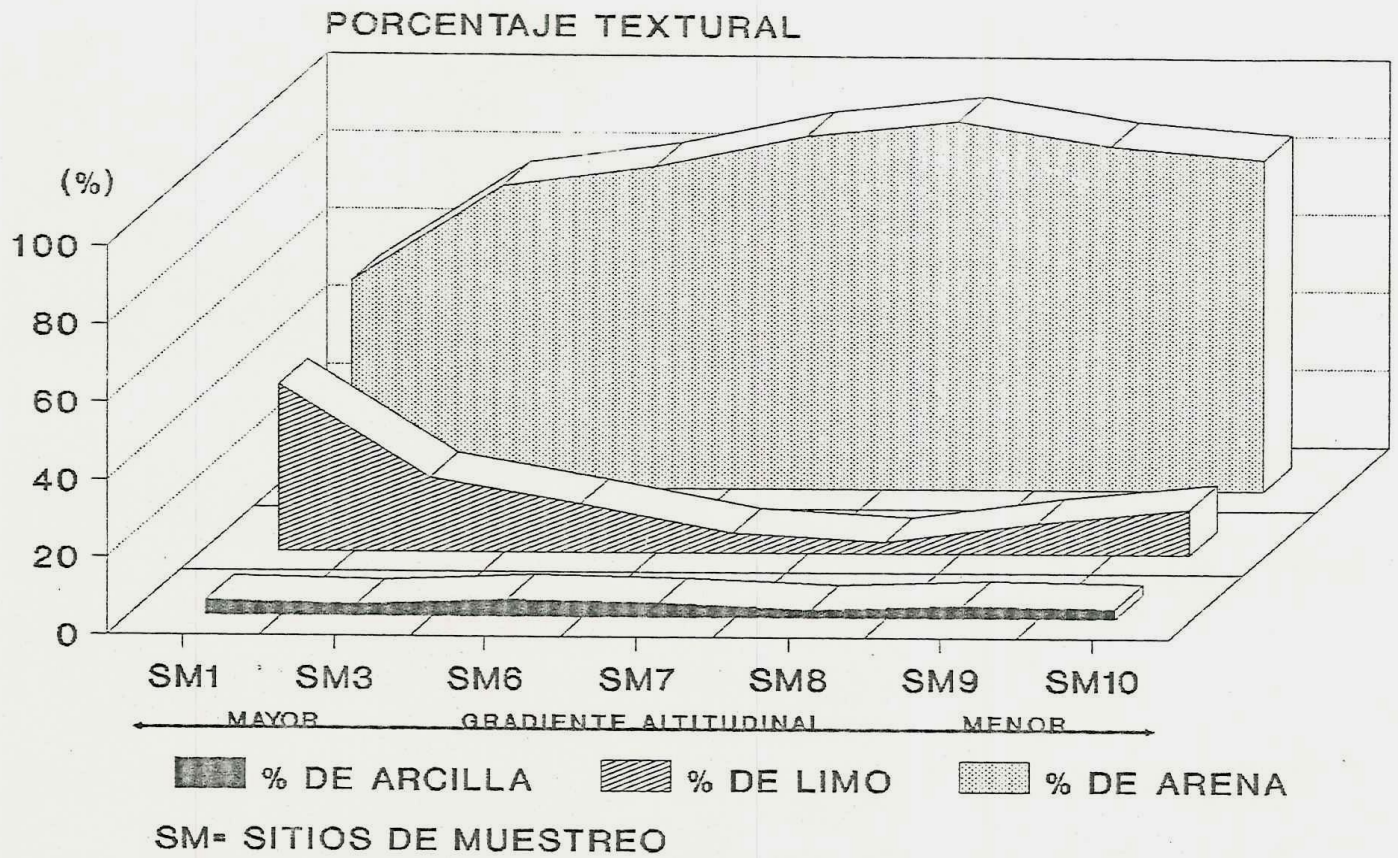


Fig. 11.- Variación de la composición textural para siete de los sitios de muestreo (Desierto Micrófilo de San Felipe, B. C., México).

muestreo, por lo que, solamente se presentan con el propósito de hacer una caracterización general del sustrato, para la mayoría de los sitios de muestreo (Tabla 4).

### VI.3 - ANALISIS DIRECTO DE GRADIENTES

Haciendo un análisis directo de gradientes, se observa con respecto al porcentaje total de cobertura, para cada uno de los sitios de muestreo, existe una significativa correlación con respecto a los siguientes factores ambientales : pH ( $r = -0.67$ ,  $p = 0.03$ ), porcentaje de arena ( $r = -0.73$ ,  $p = 0.01$ ) y altitud ( $r = 0.9$ ,  $p = 0.00$ ). Asimismo, se registró una correlación significativa entre la diversidad florística de los sitios y los factores ambientales; (porcentaje de arena,  $r = -0.74$ ,  $p = 0.01$  ; y su altitud,  $r = 0.65$ ,  $p = 0.04$ ). En la figura 12, se puede observar la posición de cada uno de los sitios muestreo, en base sus valores de los tres factores antes mencionados, así, los sitios 1, 2 y 3 ocupan una posición de mayor diversidad y cobertura total, disminuyendo gradualmente hacia el resto de los sitios.

Se obtuvo una respuesta de las especies, en base a sus máximas coberturas con respecto a los gradientes altitud y porcentaje de arena, formándose cuatro grupos que despliegan patrones de distribución muy similar.

El primer grupo (G1) se conforma por especies, tales como Ambrosia dumosa, Cercidium microphyllum, Agave cerulata,

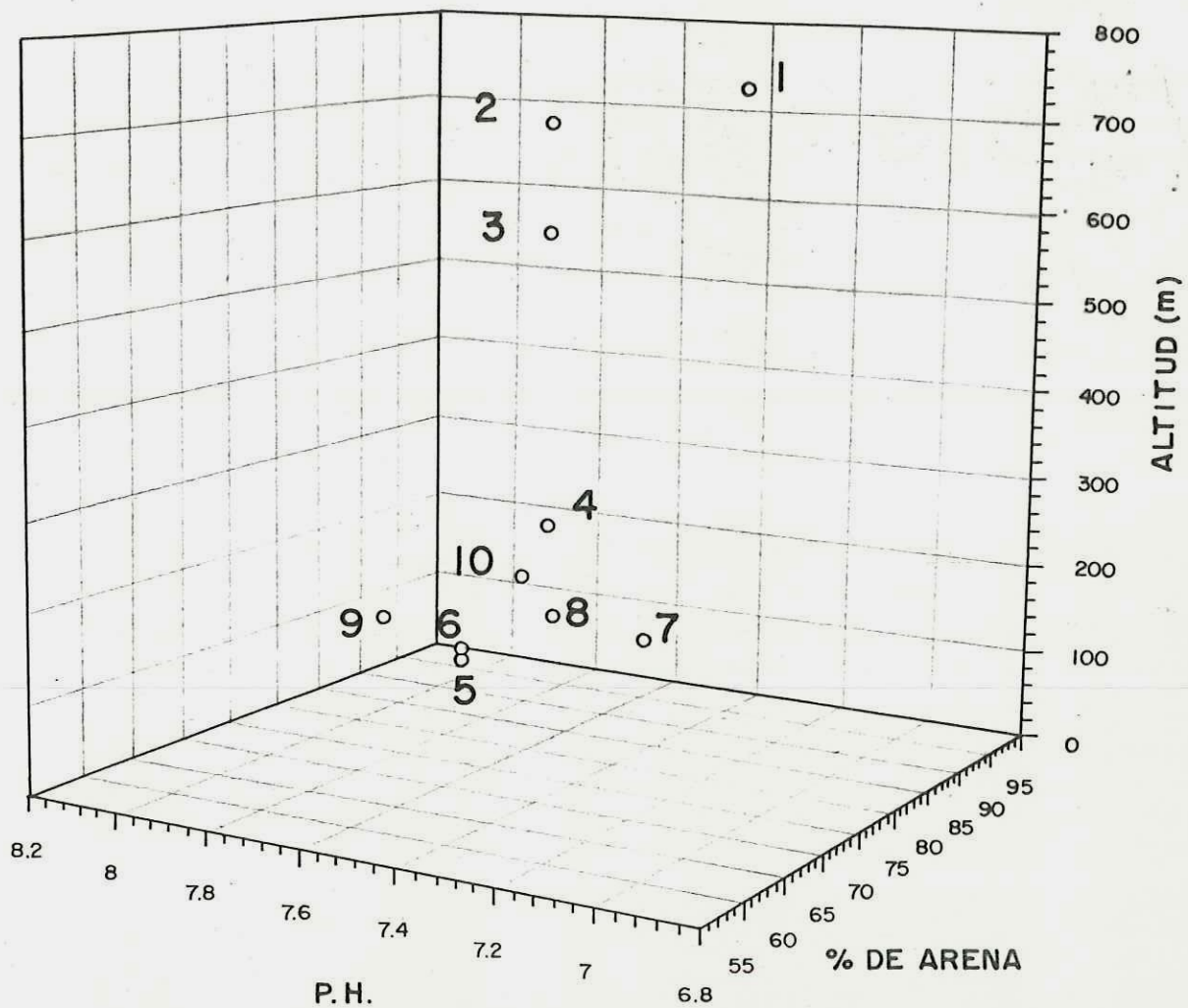


Fig. 12 - Ubicación de los sitios de muestreo con respecto al porcentaje de arena, pH y altitud.

Krameria parvifolia, Hibiscus denudatus, Ephedra californica, Ferocactus acanthodes, Ambrosia ilicifolia, y Euphorbia tomentulosa (Fig. 13); las cuales se desarrollan en altitudes de 780 m, cuyos suelos se caracterizan por ser ligeramente ácidos (pH= 6.8) y rocosos, con porcentajes de arena y limo de 53.2% y 43.0%, respectivamente (Tabla 4).

Característicamente el segundo (G2) y el tercer (G3) grupo de especies, se asemejan mucho en cuanto a que presentan sus máximas coberturas sobre sustratos muy similares, con un promedio de porcentaje de arena de 73% y un pH de 7.3 a 8.2 (Tabla 4), sin embargo, difieren en cuanto a su altitud, 700 m para el segundo y 580 m para el tercero (Tabla 3). El segundo grupo de plantas está conformado por las siguientes especies: Prosopis palmeri, Prosopis juliflora, Agave deserti, Simmondsia chinensis y Opuntia echinocarpa, el tercer grupo lo integran las siguientes plantas : Larrea tridentata, Opuntia ramosissima, Opuntia acanthocarpa, Opuntia fulgida y Opuntia bigelovii (Fig. 13).

El cuarto grupo (G4) está integrado por las siguientes especies: Encelia farinosa, Dalea spinosa, Acacia greggii, Hymenoclea salsola, Fouquieria splendens y los géneros Erogonium sp. y Opuntia sp.; todos estos taxa se ubican en zonas de baja altitud (250 a 50 m), así como en sustratos de alto porcentaje de arena (77.6% a 85.5%) y pH alcalino (7.6 a 8.5) (Fig. 13).

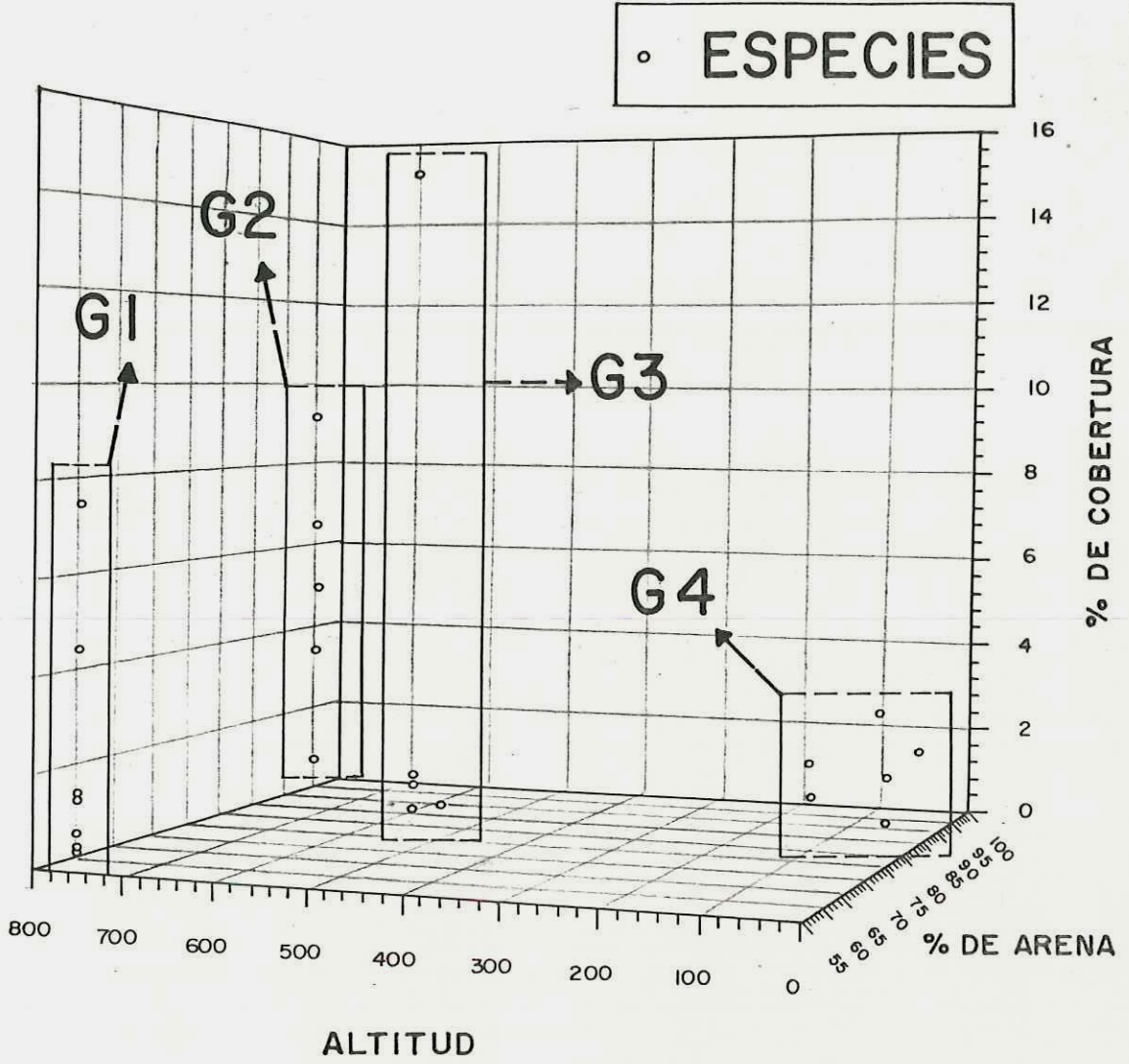


Fig. 13 - Ubicación de las especies correspondientes a cada uno de los sitios de muestreo, con respecto al porcentaje de arena, cobertura y altitud.

#### VI.4- ANALISIS INDIRECTO: ORDENACION

De manera complementaria al método directo, se utilizó el método indirecto de ordenación, A.C.P (Análisis de Componentes Principales), el cual despliega un patrón espacial muy similar (Fig. 14) comparado al proporcionado por el método directo (Fig. 12), en lo que respecta a la ubicación de los sitios de muestreo a lo largo del complejo gradiente ambiental. El análisis A.C.P., indica que el primer componente es el responsable de la máxima varianza (  $F= 17.9$ ,  $r= 0.87$  y  $p < 0.05$  ), con un porcentaje de contribución para cada factor de 40.1% ( porcentaje de arena), 29.8% (pH), y 30.1% (altitud). Asimismo, separa a los sitios de muestreo 2 y 3 como sitios de diversidad y cobertura intermedia a lo largo del complejo gradiente ambiental (componente 1), ubicando en un extremo de este componente, al sitio 1, el cual se caracteriza por su alta diversidad, cobertura y altitud, al otro extremo encontramos a los sitios 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10, formando un conglomerado de valores bajos con respecto a los parámetros antes mencionados, pero presentando valores altos de factores ambientales como pH y porcentaje de arena (Fig. 14).

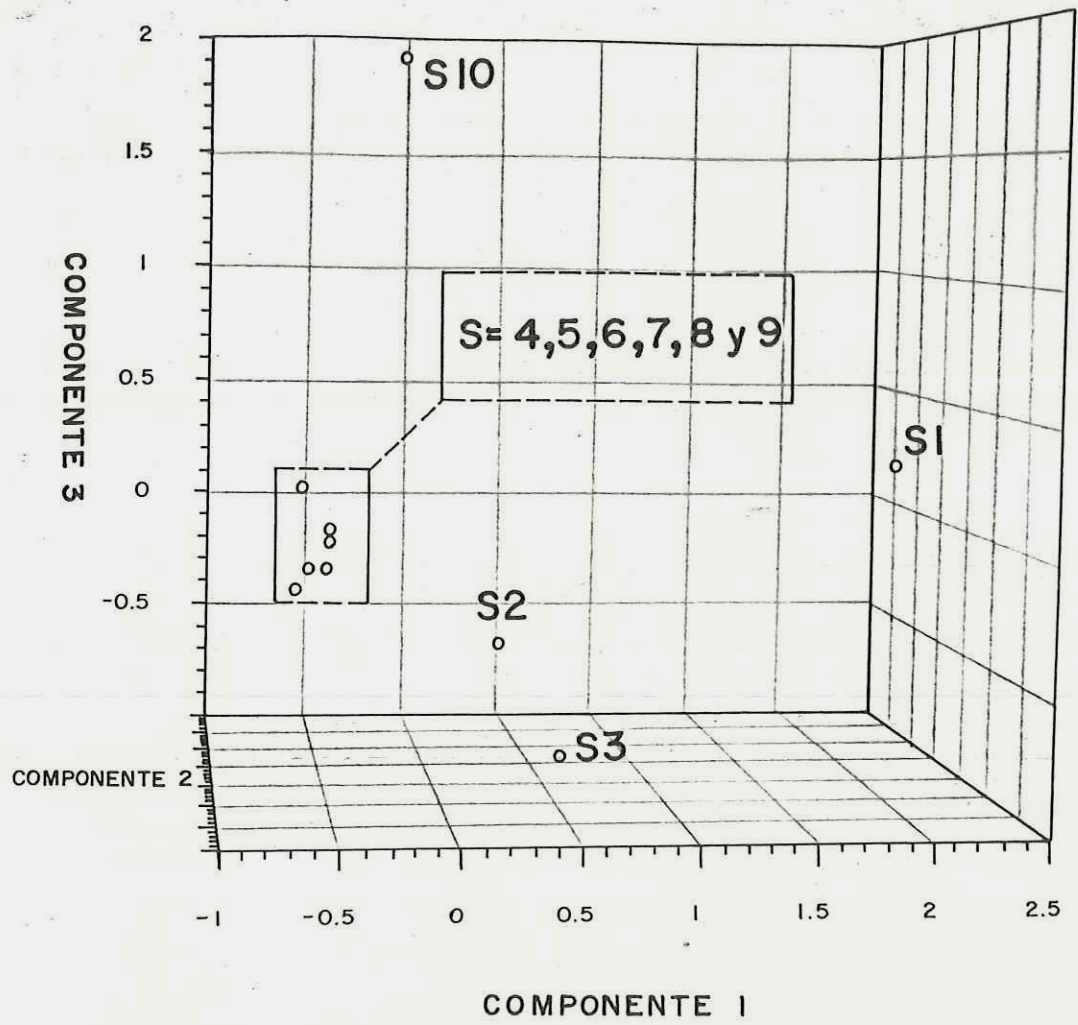


Fig. 14 - Ubicación de los sitios de muestreo mediante el análisis de componentes principales a lo largo del gradiente altitudinal.

## VII- DISCUSION

Maclaughlin et al. (1987) en un estudio florístico de una zona muy similar, localizada dentro de esta misma subdivisión (parte baja del Valle Rio Colorado), registra valores porcentuales muy similares a los obtenidos en nuestro estudio (con respecto a los taxa y formas biológicas), siendo estos : 2.4% árboles, 22% arbustos , 70% anuales y herbáceas perennes y 5.2% suculentas. En cuanto a los taxa se refiere, se encontró la misma proporción porcentual de familias, géneros y especies con respecto a los diferentes grupos taxonómicos, esto es : 80% fueron Dicotiledoneas, 18% Monocotiledoneas y 1.6% Gimnospermas. El aumento de casi 10% para monocotiledoneas, comparado con los registrados en este estudio (10%), se debe tal vez a que en el estudio, anterior, se tomaron en cuenta micrositios más húmedos como zonas de inundación, riveras o zonas riparias, que no fueron tomadas en cuenta en este estudio.

Las familias más representativas en orden de abundancia son las siguientes : Fabaceae, Asteraceae, Poaceae y Cactaceae, lo cual concuerda con el patrón establecido por Wiggins (1980), para la flora de Baja California.

El 60% de los taxa registrados en este estudio corresponden a efímeras invernales, dominancia florística que se encuentra correlacionada con el patrón bimodal de precipitación para esta subdivisión del Desierto Sonorense (Shreve y Wiggins, 1964 ; Forseth, 1984 ; Ezcurra y Rodriguez, 1986 ;

Ludwig et al., 1988).

Con respecto al bajo endemismo registrado en el estudio florístico, tanto a nivel genérico como específico, Wiggins (1988), menciona bajos porcentajes de taxa endémicos para la península de Baja California, siendo éstos: 2.2% a nivel genérico y 23.2% a nivel específico e infraespecífico, explicando que probablemente este bajo endemismo se deba a la reciente separación geológica de la península del macizo continental de México, aludiendo que no existía un Golfo de California durante el Eoceno, éste alcanzó su máxima expansión durante el Plioceno o a inicios del Pleistoceno.

Cole (1986), corrobora el reciente origen y establecimiento de las comunidades de plantas desérticas para esta subdivisión, mediante el fechado de microfósiles de plantas encontradas en depósitos de ratas, que datan del final de la glaciación del Wisconsin y principios del Holoceno; además indica que plantas como Ambrosia dumosa, Fouquieria splendens y Olneya tesota, son de reciente arrivo a esta zona de condiciones áridas que hasta hoy persisten, y que históricamente fueron resultado del efecto de factores fisiográficos locales, que mantuvieron árida el área durante el Pleistoceno. Así, paralelamente a la reciente historia geológica y reciente origen de la vegetación desértica, Mclaughlin et al. (1987), sugiere que la baja precipitación y el moderado relieve topográfico, dan como resultado una flora depauperada o empobrecida, lo cual se refleja en los valores totales de

los taxa registrados en este estudio.

Aunque el patrón de variación de la composición florística, estructura de la vegetación y factores ambientales, es muy similar para comunidades de este tipo, existen algunas diferencias, que les adjudica cierta individualidad florística y ecológica, bajo esta premisa, se discuten aquellas diferencias más sobresalientes, con respecto a otros estudios, en diferentes subdivisiones del Desierto Sonorense.

Los resultados obtenidos con respecto a la variación y tendencia de valores altos de diversidad y cobertura total para los sitios de mayor altitud, los cuales decrecen a lo largo del gradiente altitudinal conforme se pierde altitud, son muy similares a los obtenidos por Phillips y McMahon (1978), quienes registran un 20% de cobertura total para la parte alta de la bajada y 6% , o menos para la parte baja. Asimismo, mencionan un índice de diversidad de Shannon-Wiener de 1.6 para los sitios de mayor altitud, siendo estos valores moderadamente menores que los obtenidos en nuestro estudio, que fueron en promedio de 27% de cobertura total para los tres primeros sitios de muestreo y un promedio de 7.6% para los sitios de menor altitud; el índice de diversidad para los tres primeros sitios es idéntico al registrado por los autores antes mencionados. Sin embargo, se difiere con relación a que Larrea tridentata, en el estudio antes citado, no ocupa los sitios de la parte baja como especie dominante (4.8% de cobertura), lo cual se adjudica a

una alta salinidad (7.0 mmho/cm de conductividad), en contraste con nuestros sitios (valores de 1.72 y 0.37 mmho/cm de conductividad) (Tabla 4). El gradiente de variación con respecto a las formas biológicas y su cobertura por especie se desarrolla bajo el mismo esquema general antes mencionado, excepto por algunas variantes. Esto es, existe una mayor diversidad de especies y formas biológicas en la parte alta de la bajada, disminuyendo conforme se llega a las asociaciones vegetacionales de menor altitud ( Bowers y Lowe, 1986). Similarmente a los resultados obtenidos por Phillips y MacMahon ( 1978 ), se coincide en cuanto a que las especies como Ambrosia dumosa y Cercidium microphyllum (7.5% y 4.5% de cobertura, respectivamente) son especies dominantes en la parte alta de la bajada; sin embargo, se difiere en cuanto a la presencia de Carnegiea gigantea y Larrea tridentata, dado que la primera está ausente en nuestra área de estudio, mientras que la segunda alcanza su máxima cobertura en los sitios intermedios (Tabla 3), siendo ausente en los dos primeros sitios de mayor altitud, contrariamente a lo encontrado por los autores antes mencionados. Estas diferencias son posiblemente debidas a que el primer estudio fue realizado en la subdivisión del Desierto Sonorense conocida como "Arizona Upland" (Shreve, 1964). A pesar de que denotan un mismo patrón general de variación a lo largo del gradiente altitudinal, presentan características climáticas cualitativa y cuantitativamente diferentes (Hastings y Turner, 1965).

En base a los resultados obtenidos mediante el modelo de distribución log-normal, se puede inferir que son muy similares a los obtenidos por Wittaker (1965), cuyo estudio fue realizado sobre una pendiente de orientación norte en una comunidad desértica, del Desierto Sonorense en Arizona. Nuestros resultados son comparables al estudio de Wittaker (1965) dado que el también detectó la distribución normal de la abundancia relativa de las especies, no obstante de que los valores de las frecuencias de especies por octavas de cobertura son mayores en el trabajo realizado en Arizona (17.5 octava modal) , siendo la octava modal de 5 para nuestro trabajo (Fig. 9). Lo anterior, probablemente indica un ambiente más hostil y de menos recursos ambientales, esto se vuelve más palpable en la parte inferior de la bajada donde el patrón de distribución de frecuencias de especies pierde la normalidad, reflejandose una menor diversidad , homogeneización del habitat (ausencia de microhábitats) y de la vegetación (florística y estructuralmente) (Fig. 9a y b ).

Con respecto a la estructura vertical de la vegetación, los resultados en este trabajo concuerdan hasta cierto punto con el esquema general establecido por Klikoff (1967), quien indica que la vegetación varía altitudinalmente de arbustos bajos y de amplia dispersión en la parte baja, a arbustos altos en la parte alta. Por otra parte, MacMahon y Wagner (1965), mencionan que en el Desierto Sonorense se presentan por lo menos tres capas o estratos de vegetación, siendo la

parte baja del gradiente altitudinal la que presenta mayor ocurrencia de especies en el estrato bajo, sin embargo, nuestros resultados indican que existen diferencias marcadas en cuanto a las frecuencias de alturas a lo largo de los sitios de muestreo. En ese sentido, sitios localizados a mayor altitud presentan mayores frecuencias de estratos bajos y medios, lo cual se justifica por la existencia de una mayor diversidad de especies y de formas biológicas (Fig. 10a y b), no obstante de la relativa alta frecuencia del estrato alto, que probablemente por su misma forma biológica (árboles y sub-árboles), da la apariencia de una dominancia principalmente fisionómica. La fusión de los estratos bajos y medios que es observable en la parte media de la bajada (Fig. 10c), así como la consecuente disminución de frecuencia del estrato alto, permite indicar una tendencia gradual hacia la homogeneización de la estructura vertical de la vegetación (Fig. 10d); como también una disminución en la composición florística, hacia los sitios de menor altitud, los cuales se caracterizan por una menor diversidad florística y bajos porcentajes de cobertura, siendo Larrea tridentata la que presenta mayor porcentaje de cobertura.

Los resultados edafológicos, se asemejan a los de otros estudios (Key et al., 1984 ; Phillips y MacMahon, 1987 ; MacMahon y Wagner, 1985), en los cuales se toma en cuenta este factor ambiental. Se registran algunas diferencias muy marcadas, que tienen que ver con la ubicación de los sitios

de estudio de cada trabajo en particular. Así, las diferencias más sobresalientes tienen que ver con la textura y parámetros físico-químicos del suelo, los cuales influyen en la conformación florística y distribución de las comunidades de plantas, que se desarrollan a lo largo del complejo gradiente ambiental.

El cambio gradual de los porcentajes texturales es típico de una bajada, en la cual los granos o tamaños de partículas más grandes se depositan en las partes altas y los granos más finos o partículas más pequeñas en las partes bajas, esto se explica por el origen de la bajada la cual es formada como abanico aluvial. MacMahon y Wagner (1985), encontraron un porcentaje de arena mucho más alto para sus sitios de mayor altitud (80% a 90% de arena), siendo respectivamente de 53% y 73% para nuestros sitios de mayor altitud; también se marcan diferencias con respecto a los sitios bajos en ambos estudios, siendo mayor nuestro porcentaje de arena (89.2% a 93.6%) (Fig. 11) y más bajo (60%) el registrado por los autores anteriores. De la misma manera, no se concuerda con los porcentajes de limo y arcilla obtenidos a lo largo del gradiente, dichos autores registran 10% a 20% para los sitios de mayor altitud y un 40% para los sitios bajos, mientras que en nuestro estudio se observa que solamente el sitio 1 presenta un porcentaje significativo de 47% (Fig. 11). Este valor es la suma de ambos porcentajes texturales (limo y arcilla), los sitios más bajos observaron porcentajes

que oscilan del 10.4% a 24.4% (Fig. 11); estas diferencias texturales obedecen, probablemente a las diferencias subdivisionales que caracterizan a cada una de las zonas de muestreo.

Los valores relativamente altos de materia orgánica, 1.45% y 1.17% , para los sitios de mayor altitud y los valores bajos 0.54% y 0.024% para los sitios de menor altura (Tabla 4), probablemente están correlacionados con los porcentajes de cobertura total, ya que es mayor la cobertura para los sitios altos y menor en los sitios bajos (Fig. 8), siendo los primeros sitios los que con mayor cobertura, pudieran aportar mayor cantidad de materia orgánica. MacMahon y Wagner (1985), detectaron diferencias en cuanto a la cantidad de materia orgánica bajo la cobertura de Larrea tridentata, observando un valor de 1.5% de carbón orgánico bajo el dozel de este arbusto, y 0.55% en áreas fuera de la cobertura de esta planta.

La salinidad ( reflejada en los valores de conductividad eléctrica), tal como la distribución del tamaño de partículas del suelo, refleja el origen aluvial de la bajada. Los valores de conductividad, muestran el mismo patrón registrado en otros estudios similares, en donde se toman en cuenta parámetros físico-químicos edáficos (MacMahon y Phillips, 1973 ; Key et al., 1984 ; MacMahon y Wagner, 1985), En alusión a lo anterior, se menciona que probablemente la fuerte acción de capilaridad, lo cual aumenta la pérdida por evapo-

ración mediante el transporte de humedad a la superficie (Key et al., 1984), sea un factor responsable en el aumento de la salinidad en los sitios de menor altitud. Estos sitios caracterizados por un mayor porcentaje de arena, propician que la acción de capilaridad se incremente. Los valores de pH a lo largo de la bajada desértica, permiten indicar la existencia de un gradiente, en el cual los sitios de mayor altitud registran valores de pH que van del ácido al neutro (6.8 a 7.6) y los sitios bajos valores básicos (7.9 a 8.2), valores que probablemente estén correlacionados con la mayor cantidad de materia orgánica registrada en los sitios altos, con la alta concentración de sales en los sitios bajos ó, con el material parental del sustrato en cada uno de los sitios de muestreo.

#### VII.1- ANALISIS DIRECTO DE GRADIENTES

Los resultados proporcionados por el análisis directo de gradientes, indican que existe una correlación muy marcada entre las variables ambientales independientes ( pH, porcentaje de arena y altitud), con respecto a la cobertura total y diversidad de los sitios de muestreo, a lo largo de la bajada desértica (Fig. 12). En apoyo a lo anterior, Ezcurra et al. (1987), indican que la altitud y el sustrato rocoso son las principales variables de predicción de variación de la composición florística y sostienen que la diversidad es más influenciada por la superficie rocosa del suelo ( $r= 0.21$ ,

$p < 0.001$ ). En este trabajo los valores de regresión y correlación obtenidos para el porcentaje de arena ( $r = -0.73$ ,  $p < 0.01$ ) y altitud ( $r = 0.9$ ,  $p < 0.00$ ), corroboran lo registrado por el autor antes mencionado, siendo el porcentaje de arena un indicador indirecto del grado o porcentaje de pedregosidad, relación que es inversamente proporcional conforme se recorre el gradiente ambiental (particularmente para esta bajada desértica).

Es observable en los resultados obtenidos, con respecto a la respuesta de las especies en base a sus máximas coberturas a lo largo del gradiente ambiental, que las variables ambientales cuantitativas (pH, altitud y porcentaje de arena) dan el mayor ajuste y ejercen mayor influencia, sobre la distribución individual de las especies. Debido a lo anterior, es posible observar conglomerados de especies que responden a esas variables ambientales (Fig. 13).

Se concuerda con otros autores (e.g., Marks, 1950; Shreve y Wiggins, 1964; Phillips y MacMahon, 1978; Ezcurra, et al., 1987) en el sentido de que algunas especies, tales como: Cercidium microphyllum, Krameria parvifolia, y Ferocactus acanthodes, responden a sustratos rocosos que se encuentran a mayor altitud; estas especies se ubican en el grupo uno (G1), de este trabajo (Fig. 13).

La interrelación de la composición florística entre los grupos dos (G2) y tres (G3) (Fig. 13), fue anteriormente mencionada por Marks (1950), indicando que esta interrela-

ción es debida a la transición de dos topoformas (valles y mesas), que estan muy relacionadas y que algunas veces ambas forman parte de la bajada misma; En ese sentido especies como Prosopis juliflora, Larrea tridentata, Simmondsia chinensis, y algunas especies del género Opuntia, constituyen una amplia zona de transición, en donde se destaca la mayor frecuencia y porcentaje de cobertura de Larrea tridentata (Tabla 3), notándose que su óptimo corresponde a esta zona transicional, considerada como la parte media-alta de la bajada ( Barbour y Diaz, 1973 ). No obstante que Larrea tridentata y Ambrosia dumosa son especies que presentan sus máximas coberturas en los sitios ubicados en las partes medias y altas de la bajada (Tabla 3 y Fig. 13), tambien són especies, especialmente Larrea, dominantes de los sitios bajos (Tabla 3); sin embargo su ausencia como especies representativas del grupo cuatro (G4), grupo que se ubica en zonas de baja altitud, alto porcentaje de arena y pH alcalino (Fig. 13), se debe a su mayor porcentaje de cobertura, registrado en los sitios altos y medios. Este comportamiento indica que estas especies no tienen "preferencia" por el extremo árido de baja altitud del gradiente ambiental, sino una mejor adaptación a este extremo en comparación con la que presentan las otras especies (Marks, 1950; Barbour y Diaz, 1973; MacMahon y Wagner, 1985; Ezcurra et al., 1987).

Por otra parte, es notable en este grupo (G4), la máxima cobertura de algunas especies como: Dalea spinosa, Acacia

greggii e Hymenoclea salsola, las cuales se consideran representantes del sistema xerorripario (Warren y Anderson, 1985) y zonas con alto contenido de arena suelta no compactada, a los márgenes de los arroyos desérticos y ubicadas en zonas de baja altitud (Marks, 1950; Warren y Anderson, 1985), siendo dichas zonas comunmente dominadas por Larrea tridentata y Ambrosia dumosa. Lo anterior, demuestra que existe la presencia de vegetación azonal de tipo xerorriparia a lo largo del gradiente ambiental, la cual por lo regular, corta perpendicularmente a las bajadas características de algunas subdivisiones del desierto Sonorense (Shreve y Wiggins, 1964; Turner y Brown, 1983).

#### VII.2- ORDENACION

Los resultados obtenidos mediante la tecnica de ordenación A.C.P (Análisis de Componentes Principales), demuestra que existe una gran correlación entre la posición de los sitios de muestreo, en el primer eje de ordenación ( $F=17.9$ ,  $r=0.87$  y  $p<0.05$ ) y su posición a lo largo de la bajada (Phillips y MacMahon, 1978). Asimismo, con respecto a su composición florística, confirma a la bajada como un "eje principal", de un cambio composicional de especies, lo cual se fundamenta por los altos valores de porcentaje de contribución para cada factor (porcentaje de arena, 40%; pH, 29.8%, y altitud, 30.1%).

La ubicación de los sitios de muestreo (Fig. 14) es muy

similar al patrón obtenido mediante el análisis indirecto de gradientes, para los sitios de muestreo con respecto a las variables cuantitativas (pH, altitud y porcentaje de arena).

El método, logra la separación de los sitios en base a su composición florística, ubicando en un extremo del gradiente al sitio 1 (de alta cobertura y diversidad florística), que similarmente corresponde a las especies del grupo (G1), al otro extremo del gradiente ubica a los sitios de menor altitud, cobertura y diversidad florística, los cuales están integrados por especies incluidas dentro del grupo (G3) (Fig. 13), quedando así, los sitios 2 y 3 como extremos representantes de la zona ecotonal del gradiente. Característicamente el sitio 10 se ubica fuera del grupo, el cual se encuentra al extremo de baja altitud del gradiente, lo cual es observable mediante el despliegue de los ejes de ordenación 2 y 3 (Fig. 14); la ubicación de este sitio probablemente se deba a la detección de una asociación de disyunción (Ezcurra et al. 1987), ya que este sitio se conforma por especies xerorriparias tales como; Dalea spinosa, Acacia greggii e Hymenoclea salsola. Esta disyunción florísticas y ambiental, probablemente es debida a que el sitio 10 se localiza a una mayor altitud y en diferente ubicación latitudinal y longitudinal, que el resto de los sitios que conforman el extremo bajo del gradiente ambiental.

## VIII- CONCLUSIONES

1.- Las condiciones de extrema aridez, la reciente historia geológica y el moderado relieve topográfico, son factores determinantes sobre el desarrollo de una flora depauperada ( florísticamente hablando ), así como del bajo endemismo registrado para esta zona de estudio o porción subdivisional del Desierto Sonorense.

2.- El alto porcentaje de efímeras invernales, se debe a que la zona de estudio se ubica en el extremo de dominancia de precipitación invernal, dentro del patrón bimodal de precipitación, característico para el Desierto Sonorense.

3.- Existe mayor diversidad florística y cobertura total de la vegetación, en los sitios localizados a mayor altitud, presentando un decremento , conforme se desciende hacia los sitios de menor altitud, paralelamente factores edáficos como porcentaje de arena y pH, aumentan al seguir esta misma tendencia de decremento altitudinal, a lo largo del gradiente ambiental.

4.- Diferentes atributos del suelo (porcentaje de arena, salinidad y materia orgánica), caracterizan y están íntimamente relacionados, con las diferentes asociaciones de vegetación climax que coexisten bajo el mismo macroclima, a lo

largo del gradiente ambiental (altitudinal).

5.- La parte alta de la bajada, presenta una mayor frecuencia y tipos de estratificación, en base a su mayor diversidad florística y de formas biológicas.

6.- A partir del modelo de diversidad-abundancia log-normal, se puede concluir que en la parte alta de la bajada, donde la diversidad de especies con respecto a sus respectivas octavas de cobertura presentan una distribución normal, existe una mayor posibilidad de interacción interespecífica, de explotación de recursos y factores ecológicos, reflejándose en una alta diversidad de especies y de formas biológicas. En contraste, la parte baja del gradiente altitudinal, no presenta una distribución normal, indicando una baja diversidad y bajas posibilidades ambientales, siendo este un ambiente más severo, así conformándose como una comunidad vegetal de baja diversidad específica, en la cual una o dos especies son dominantes.

7.- En las asociaciones altas de las bajadas, en donde existe mayor diversidad, las abundancias relativas o poblacionales se distribuyen normalmente, indicando una interacción de diversos factores de efectos multiplicativos más que aditivos.

8.- Las bajadas desérticas son sistemas de interacción gradual de factores bióticos y abióticos, los cuales las hacen propicias para la evaluación de cambios en patrones distribucionales, estructurales y florísticos; sistemas que aparentemente pueden ser detectados por su fisionomía y composición taxonómica, a lo largo de un gradiente altitudinal.

## IX - BIBLIOGRAFIA

- Barbour, M.G, y D.V. Diaz. 1973. Larrea plant communities on bajada and moisture gradients in the United States and Argentina. *Vegetatio* 28 : 335-352.
- \_\_\_\_\_, J. Burk. H, y W.D. Pitts. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. Benjaming/Cummings Publs. Co., Inc. Mento Park, Ca.634 pp.
- Bowers, M.A. 1988. Plant Associations on a Sonoran Desert Bajada: Geographycal Correlates and Evolutionary Source Pools. *Vegetatio* 74: 107-112.
- \_\_\_\_\_, y C. H. Lowe. 1986. Plant-form gradients on Sonoran Desert. *Oikos* 46: 284-291.
- Cole, K.L. 1986. The Lower Colorado River Valley: A Pleistocene Desert. *Quaternary Research* 25: 392-400.
- Coyle, J. y N. C. Roberts. 1975. *A Field Guide to the Common and Interesting Plants of Baja California*. Natural History Publishing comp., La Jolla Calif. 206 pp.
- Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. 1982. Mexico. *Cartas geográficas (1:1000,000)*
- Ezcurra, E., M. Equihua, y J. Lopez-Portillo. 1987. The Desert Vegetation of el Pinacate, Sonora, Mexico. *Vegetatio*. 71: 49-60.
- \_\_\_\_\_, y Rodriguez, V. 1986. Rainfall Patterns in the Gran Desierto, Sonora, Mexico. *Journal of Arid Enviromments* 10: 13-28.
- Floyd, D.A. y J.E. Anderson. 1987. A comparison of three

- methods for estimating plant cover. *Journal of Ecology* 75: 221-228.
- Forseth, I.N, Ehleringer, J. R, Werk, K.S y Cook, C.S. 1984. Field water relations of Sonoran Desert annuals. *Ecology* 65 (5): 1436-1444.
- Gastil, R.G, R.Phillips. P y E. C. Allison. 1975. Reconnaissance geology of the State of Baja California. geological society of America. memoir. 140-170.
- Gauch, H. G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Hastings, J.R. y R. M. Turner. 1965. Seasonal precipitation regimes in Baja California. Mexico. *Geografiska Annaler*.47. ser.a : 204-223.
- Heady, F.H, R. Gibbens P. y R.W. Powell. 1959. A comparison of the charting line intercept and the line point method of sampling shrub types of vegetation. *Journal of Range Manage.*12: 180-188.
- Humphrey, R.R. 1981. The Sonoran Desert. *Cactus & succulent journal (U.S)*. 53: 246-254.
- Key, L.S, Delph, L.F, Thompson, D.B. y Van Hoogenstyn, B.P. 1984. Edaphic factors and the perennial plant communities of a Sonoran Desert Bajada. *Southwest. Nat.* 29: 211-222.
- Klikoff, L.G. 1967. Moisture stress in a vegetational continuum in the Sonoran Desert. *The American Midland Naturalist* 77: 128-137.

- Ludwig, J.A, Cunningham, G.L. y Whitson, P.D. 1988. Distribution of annual plants in North American Deserts. Journal of Arid Enviroments. Academic Press.15: 221-277.
- \_\_\_\_\_. F.R. James. 1988. Statistical Ecology. A primer on methods and computing. John Wiley & Sons. 337 pp.
- MacMahon, J.A, y F. H. Wagner. 1985. The Mojave, Sonoran and Chihuahuan Deserts of North America. pp. 105-202. in M. Evenari et. al., (eds), Hot Deserts and Arid Shrublands. Elservier, Amsterdam.
- \_\_\_\_\_. 1988. North American Terrestrial Vegetation. Warm Deserts. Cambridge University. 231-264.
- Marks, J.B. 1950. Vegetation and soil relation in the Lower Colorado Desert. Ecology 31 (2) : 176-193.
- McCleary, J.A. y Wagner, K.A. 1972. A study of three xeric plant communities. Southwest. Nat. 17: 169-180.
- Mclaughlin, S.P. J. Bowers. E y R. F. Hall. 1987. Vascular plants of eastern Imperial County, California. Madroño. 34(4): 359-378.
- Mueller-Dombois, D y H. ElleMBERG. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Winley & Sons. New York. 547 pp.
- Peinado, L.M y S. Rivas -Martines. 1987. La vegetación de España. Colección aula abierta. Univ. Alcala de Henares. España. 19-45.
- Phillips, D.L. y J.A. MacMahon. 1978. Gradient analisis of a Sonoran Desert Bajada. Southwest. Nat. 23(4): 669-680.

- Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. John Wiley and Sons. New York. 162 pp.
- Shreve, F y I.L. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Stanford University Press. Stanford, Cal.1. 840 pp.
- Turner, M.P. y D.E. Brown. 1982. Desert Plants. Biotics Communities of the American Southwest-United States and Mexico. Sonoran Desertscrub. Published by the University of Arizona for the Boyce Thompson Southwestern Arboreum.4 (1-4): 342 pp.
- Venegas, F.R. Manuscrito. Método de la aptitud territorial propuestas y aplicación. Facultad de Arquitectura. U.A.B.C. Mexicali, B.C. 29 pp.
- Walkowiak, A.M. Salazar, M. y Eleana, S. 1990. Distribución espacial en arbustos de desierto: El caso de Fouquieria splendens .Southwestern naturalist. 35(3): 363-365.
- Warren, P.L. y L.S. Anderson. 1985. Gradient analisis of a Sonoran Desert wash. First North American Riparian Conference. U of A. Tucson : 150-155.
- Wiggins, L.I. 1980. Flora of Baja California Stanford, University press. Stanford California. 1025 pp.
- Wittaker, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Science. 147: 250-260.
- Yang, T.W. y C.H. Lowe. 1956. Correlation of major vegetational climaxes with soil characteristics in the Sonoran Deserts. Science. 123: 542.

## X - APENDICE

Listado de familias, géneros, especies e infraespecíficos, encontradas en el área de estudio, Desierto Microfilo de San Felipe B.C., México.

## ACANTHACEAE

*Beloperone californica* Benth.

## AGAVACEAE

*Agave cerulata* Trel.

*Agave deserti* Engelms.

*Yucca schottigera* Roehl ex Ortega.

## AMARANTHACEAE

*Amaranthus fimbriatus* (Torr.) Benth.

## ASCLEPIADACEAE

*Asclepiá subulata* Decne.

## ASTERACEAE

*Ambrosia dumosa* ( A.Gray ) Payne.

*A. ilicifolia* ( A.Gray ) Payne.

*Bebbia juncea* Greene.

*Chaenactis carphoclinia* Gray.

*Coreocarpus parthenioides* Benth.

*Encelia californica* Nutt.

*E. farinosa* Gray.

*Filago arizonica* A. Gray.

*Geraea canescens* Torr & Gray.

*Hymenoclea salsola* Torr & Gray.

*Monoptilon belloides* ( A. Gray ) Hall.

*Palafoxia arida* ( B.L. Turner & M.I. Morris ).

*P.*           *linearis* Cav. Lang.

*Pectis papposa* Harv. & Gray.

*Perityle emoryi* Torr.

*Peucephyllum schottii* A. Gray.

*Trichoptilium incisum* ( A. Gray ).

*Trixis californica* Kell.

#### BIGNONIACEAE

*Chilopsis linearis* (Cav). Sweet.

#### BORAGINACEAE

*Coldenia palmeri* A. Gray.

*C.*           *plicata* (Torr.) Coville.

*Criptantha agustifolia* (Torr.) Greene.

*C.*           *holoptera* (A. Gray).

*C.*           *maritima* (Greene).

*C.*           *ptericarya* Torr.

#### BRASSICACEAE

*Lepidium flavum* var. *flavum* Torr.

*Lirocarpa coulteri* var. *coulteri* (Hook. & Harv. Ex Harv.).

#### BURSERACEAE

*Bursera hindsiana* (Benth) Engler.

*B. mycophylla* Brandegee.

#### CACTACEAE

*Echinocereus engelmannii* (Parry Ex. Engelm.) Rumpler.

*Ferocactus acanthodes* (Lemaire) Britt & Rose.

*Lophocereus schottii* (Engelm.) Britt. & Rose .

*Mammillaria dioica* K. Brandegee.

*M. microcarpa* Engelm.

*Opuntia acanthocarpa* Engelm. & Bigel in Engelm.

*O. bigelovii* Engelm.

*O. cineracea* Wigg.

*O. echinocarpa* var. *echinocarpa* Engelm & Biguel.

*O. fulgida* Engelm.

*O. ramosissima* Engelm. ex coulter.

#### CARYOPHYLLACEAE

*Achyronychia cooperi* A. Gray.

#### CHENOPODIACEAE

*Atriplex canescens* ( Pursh )..

*Chenopodium hians* Standley.

#### EPHEDRACEAE

*Ephedra californica* Wats.

#### EUPHORBIACEAE

*Acalipha californica* Benth.

*Croton californica* Muell-Arg.

*Ditaxis serrata* Torr. Hueller.

*Euphorbia eriantha* Benth.

*E. micromera* Boiss.

*E. tomentulosa* S. Wats.

*Stillingia spinulosa* Torr.

#### FABACEAE

*Acacia constricta* Benth.

*A. farnesiana* (L) Willd.

*A. greggii* A. Gray.

*Astragalus insularis* var. *hardwoodii* Munz & Mcburney.

*Cassia covessi* A. Gray.

*Cercidium microphyllum* ( Torr. ) Rose & Jhtn.

*Dalea emoryi* A. Gray.

*D. spinosa* A. Gray.

*D. parryii* ( A. Gray ) Torr. & Gray.

*D. purpusii* Brandegee.

*D. seemanni* S. Wats.

*Errazurizia megacarpa* (S. Wats ). I.M. Jhtn.

*Hoffmanseggia microphylla* Torr.

*Lotus tormentellus* Brevior. ( Jepson ).

*Lupinus coccinus* var. *orcutii*.

*Mimosa purpurens* Robinson.

*Petalostemon evanescens* ( Brandegee ). Rose.

*Phaseolus filiformis* Benth.

*Prosopis glandulosa* var. *torreyana* ( L. Benson )

*P. palmeri* S. Wats.

## FOUQUIERIACEAE

*Fouquieria splendens* Engelm.

## HYDROPHYLLACEAE

*Phacelia affinis* A. Gray.

*P.* *crenulata* Torr. ex S. Wats.

*P.* *pedicellata* A. Gray.

## KRAMERIACEAE

*Krameria parvifolia* Benth.

*K.* *grayi* Rose & Painter.

## LAMIACEAE

*Salvia mellifera* Greene.

## LOASACEAE

*Eucnide rupestris* (Baill.) Thompson & Ernst.

*Mentzelia involucrata* var. *megalantha* I.M. Johnston.

*Petalonyx linearis* Greene.

## MALVACEAE

*Eremalche rotundifolia* (A. Gray) Greene.

*Hibiscus denudatus* Benth.

*Horsfordia neuberreyi* (S. Wats.) A. Gray.

*Spharalcea coulteri* (S. Wats.) A. Gray.

## NYCTAGINACEAE

*Abrenia villosa* var. *villosa* S. Wats.

*Allionea incarnata* L.

*Boerhaavia intermedia* M.E. Jones.

*B.* *spicata* Choisy.

*B.* *triquetra* S. Wats.

*Commicarpus scandens* (L.) Standley.

*Mirabilis laevis* (Benth.) Curran.

#### ONAGRACEAE

*Camissonia angelorum* (S. Wats.) Raven.

*C.* *cardiophylla* subsp. *cardiophylla* Torr.

*C.* *claviformis* subsp. *peirsonii* Raven.

*Zauscheria californica* Presl.

#### PASSIFLORACEAE

*Passiflora foetida* var. *longipedunculata* Killip.

#### PHYTOLACACEAE

*Stegnosperma halimifolium* Benth.

#### PLANTAGINACEAE

*Plantago hookeriana* var. *californica* Greene.

*P.* *insularis* var. *fastigiata* Jepson.

#### POACEAE

*Aristida adsecianis* L.

*A.* *californica* Thurber.

*A.* *orcuttiana* Vasey.

*Bouteloua aristobides* ( H.B.K ) Griseb.

*B. barbata* Lag.

*Bromus rubens* L.

*Cenchrus palmeri* Vasey.

*Erioneuron pulchellum* (H.B.K).

*Hilaria rigida* ( Thurb ). Benth.

*Poligon monpeliensis* L.

#### POLEMONIACEAE

*Langloisia setosissima* Greene.

*Microsteris gracilis* Greene.

#### POLIGONACEAE

*Eriogonum deflexum* Torr.

*E. gracile* Benth.

*E. inflatum* Torr & Frem.

*E. reniforme* Torr. & Frem.

*E. trichopes* Torr.

*Lastarriaea chinensis* Remy.

#### SIMMONDSIACEAE

*Simmondsia chinensis* Link.

#### SOLANACEAE

*Lycium californicum* Nutt. ex Gray.

*Nicotiana trigonophylla* Dunal.

*Physalis crassifolia* Benth.

## SCROPHULARIACEAE

*Castilleja jepsonii* Baci. & Heck.

*Mohavea confertiflora* Benth.

## ZYGOPHYLLACEAE

*Fagonia californica* Benth.

*Larrea tridentata* Sesse & Moc. Ex. Dc. Coville.