

67
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

DESCRIPCION DE LA VEGETACION
DE DUNAS COSTERAS DEL SUR DE
TAMAULIPAS, MEXICO.

TESIS PROFESIONAL

Que para Obtener el Título de:

BIOLOGO

Presenta:

María Teresa García Aguilar



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 está 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.

INDICE

1.	INTRODUCCION.	1
1.1.	Presentación.	1
1.2.	Los sistemas de dunas costeras.	1
1.2.1.	Los sistemas de dunas y su dinámica.	1
2.	ANTECEDENTES.	3
3.	DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.	3
3.1.	Localización geográfica.	3
3.2.	Geología y fisiografía.	5
3.2.1.	Islas de barrera.	8
3.3.	Mareas y oleaje.	10
3.4.	Clima.	11
3.5.	Vientos.	13
4.	OBJETIVOS.	17
5.	METODOLOGIA.	18
5.1.	Método de muestreo.	18
5.1.1.	Selección de los sitios y áreas de muestreo.	18
5.1.2.	Muestreo de vegetación.	18
5.2.	Análisis multivariado.	21
5.2.1.	Definición y propósito.	21
5.2.2.	Métodos utilizados.	21
5.2.2.1.	Ordenación.	21
5.2.2.2.	Clasificación.	23
5.3.	Aplicación de metodología.	25
5.4.	Análisis edafológico.	27
6.	RESULTADOS.	29
6.1.	Descripción general de los sistemas de dunas costeras en el sur de Tamaulipas.	29
6.2.	Clasificación.	35
6.2.a.	Grupos de vegetación pionera.	36
6.2.b.	Grupos de vegetación de zona intermedia.	36

6.2.c.	Grupos de la zona estabilizada.	38
6.3.	Ordenación.	40
6.4.	Descripción particular de grupos y agrupaciones.	44
6.5.	Análisis edafológico.	46
6.6.	Distribución de agrupaciones y especies características en el sur de Tamaulipas.	57
7.	DISCUSION.	63
8.	CONCLUSIONES.	74
9.	REFERENCIAS.	76
10.	LISTA FLORISTICA.	83
11.	APENDICES	88

- 1A. Resultados del segundo nivel de clasificación.
- 1B. Tablas ordenadas de las agrupaciones vegetales.
2. Descripción particular de grupos y agrupaciones.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Esquema metodológico.	20
2.	Perfiles de vegetación.	32
3.	Ordenación de agrupaciones centroides con sobreposición de grupos.	41
4.	Ordenación de especies centroides.	43
5.	Gráficas de regresión lineal entre el porcentaje de carbonatos y los diferentes tamaños de la arena.	51
6.	Correlación entre las metodologías empleadas en la determinación de carbonatos y % de materia orgánica.	52
7.	Cuadros de distribución de variables edáficas dentro del sistema de dunas.	54
8.	Interpretación general de la correlación y la regresión lineal.	66

INDICE DE TABLAS.

TABLA 1.	Tabla sinóptica.	37
----------	------------------	----

2.	Descripción de las agrupaciones características.	45
3.	Resultados edafológicos.	48
4.	Correlación entre los ejes de ordenación y algunas variables edáficas.	53
5.	Distribución de agrupaciones en el sur de Tamaulipas.	59
6.	Distribución de especies características en el sur de Tamaulipas.	60
7.	Comparación de muestras de suelo por estado para % de carbonatos, textura, % MO y % de RI.	68

INDICE DE CUADROS.

CUADRO.	1.	Características generales de los sitios de muestreo.	9
	2.	Características climatológicas de las estaciones.	12

MAPAS.

MAPA.	1.	Zona de estudio.	4
	2.	a) Sitios I y II.	14
		b) Sitios III y IV.	15
		c) Sitio V.	16

1. INTRODUCCION.

1.1. Presentación.

El trabajo que se presenta forma parte del proyecto "Regeneración de ecosistemas tropicales: dunas costeras del Golfo y Caribe mexicanos" que se realiza en el laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias, UNAM, apoyado por CONACYT, PCECBNA 005223 y el Centro Científico IBM en México.

1.2. Los sistemas de dunas costeras.

Los sistemas de dunas costeras en México ocupan extensiones muy grandes a lo largo del litoral. En la vertiente del Golfo de México los encontramos desde la frontera con los Estados Unidos hasta Yucatán, continuando en el mar Caribe a lo largo de la costa de Quintana Roo. En el estado de Tamaulipas se presentan a lo largo de casi toda la costa.

Estos sistemas se conforman por promontorios, montículos y colinas de arena creados por el transporte eólico de sedimentos. Por lo tanto su formación tiene dos requisitos, un suministro adecuado de arena y viento suficiente para transportarla (Barnes, 1977).

En estos sistemas se establecen comunidades vegetales que se encuentran en un medio ambiente con condiciones extremas, que exige de las plantas una especialización y adaptación biológica particular. Las especies se enfrentan con condiciones tales como: suelos arenosos con baja capacidad de retención de agua y pobres en elementos minerales y materia orgánica; vientos fuertes y constantes, aspersión salina, acumulación y remoción de arena e intensidad luminosa alta (Puig, 1976).

1.2.1. Los sistemas de dunas y su dinámica

Los sistemas de dunas tienden a desestabilizarse cuando la vegetación se destruye por cualquier motivo. Un montículo de arena sin vegetación puede ser erosionado fácilmente por el viento.

Estos sistemas se componen de sedimentos de cuarzo transportados por el viento; el movimiento de arena depende de la velocidad del viento en la superficie de la misma. La arena desnuda tiene una

superficie con aspereza bastante baja (Bagnold, 1941) y esto significa que la velocidad del viento es un poco más alta que la velocidad umbral (4.5 m/seg) que induce el movimiento de arena. La superficie con vegetación tiene mayor grado de aspereza y la vegetación reduce la velocidad del viento a valores más bajos que la velocidad umbral induciendo el depósito de arena y el crecimiento de la duna (Olson, 1958 b).

En la formación de dunas, la vegetación actúa en dos sentidos; estabiliza las superficies de arena desnuda y móvil y acelera la acreción posterior al reducir la velocidad del viento sobre la superficie de la arena (Barnes, 1977).

El crecimiento y la estabilización de las dunas depende ampliamente de la existencia de una barrera que reduzca la velocidad del viento en la superficie y entonces, se incremente el depósito de arena y se reduzca la erosión.

El proceso de colonización y desarrollo de los sistemas de dunas es muy dinámico. La línea de playa avanza, se retira ó mantiene su posición; la vegetación continuamente se enfrenta a tormentas y fluctuaciones de los factores medioambientales que la modifican, como el cambio en la velocidad del viento que ocasiona el enterramiento ó desenterramiento de las plantas, así como un aumento ó decremento de la aspersion salina que reciben las mismas (Sauer, 1976).

En el Golfo de México, los nortes anuales contribuyen a erosionar los sistemas durante el invierno. Por otra parte, no solo en México sino sobre muchas costas tropicales, los ciclones no periódicos son la causa mayor de destrucción vegetal, de acuerdo con Jáuregui (1967), del total de ciclones que tocaron el país en el periodo 1901-1958, el 34% entró por Tamaulipas. El impacto sobre la cobertura vegetal puede ser muy fuerte y la tasa de recuperación baja, llegando a provocar la destrucción completa de los sistemas (Poggie, 1962; Sauer, 1976). Además de la perturbación natural existe la que se provoca por pisoteo, pastoreo o siembra. La vegetación de dunas es capaz de crecer con la duna en desarrollo y hasta cierto punto regenerarse cuando se destruye (Barnes, 1977). Su destrucción favorece la desestabilización de los sistemas ya que un montículo de arena desnuda se mueve en la

dirección del viento dominante. Las consecuencias de su movimiento son varias. Entre las importantes económicamente se encuentran la invasión de agrosistemas, caminos ó zonas urbanas y la modificación de suelos agrícolas por el aumento de sales.

2. ANTECEDENTES.

La información específica sobre las comunidades vegetales que se establecen en los sistemas de dunas costeras en México es limitada (Poggie, 1962; Sauer, 1967; Puig, 1976; Moreno-Casasola et. al., 1982; García, 1982; Espejel, 1983, 1984; Castillo, 1984; Moreno-Casasola, 1985). En el país existen muy pocos trabajos descriptivos que aborden estos sistemas de manera detallada. Poggie (1962) y Sauer (1967) relacionan las características geomorfológicas con la vegetación. Los trabajos fundamentalmente florísticos de Puig (1976), González Medrano (1972) y Martínez y Ojeda y González Medrano (1977) mencionan a los sistemas de dunas como parte de trabajos más generales en los que se considera a otros tipos de vegetación.

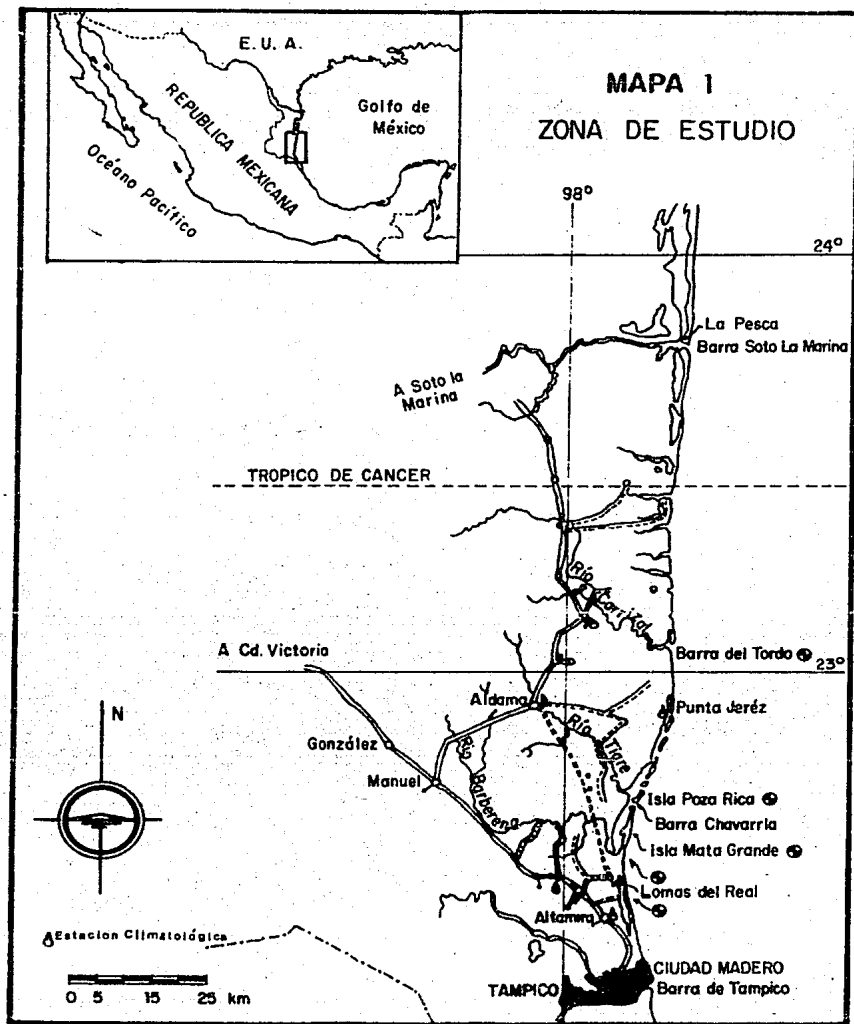
El antecedente más directo para el trabajo que se presenta lo constituyen los estudios emanados del proyecto "Regeneración de ecosistemas tropicales: dunas costeras" (Moreno Casasola et. al. 1982; García, 1982; Espejel, 1983, 1984, 1986; Castillo, 1984; Moreno-Casasola, 1985; Moreno-Casasola y Espejel, 1986).

3. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.

3.1. Localización geográfica.

El área de estudio se encuentra ubicada al sureste del estado de Tamaulipas, Méx., con coordenadas 22o-23o de latitud norte y 97o-98o de longitud oeste, dentro de la provincia fisiográfica conocida como Planicie Costera Nororiental (Tamayo, 1962).

Como se observa en el mapa 1 el área de estudio comprendió cinco sistemas de dunas costeras localizadas al norte de la ciudad de Tampico (22.13o norte y 97.51o oeste) abarcando un área de alrededor de 8km de largo y de ancho un rango de 50 a 110m, de



TOMADO DEL MAPA DE CARRETERAS ELABORADO POR LA DIR. GRAL. DE PROGRAMACION
ESCALA : 1: 600 000

las playas hasta colindar con el manglar. Si se considera la costa sur de Tamaulipas de Barra Tampico a Soto la Marina (160 km de largo), la longitud cubierta por este trabajo representa el 5% del total de la parte sur del estado.

Las cinco zonas de estudio se encuentran entre dos masas de agua, el mar al este y lagunas costeras al oeste (ver mapa 2, a,b,c).

Las cinco zonas de estudio son las siguientes:

- I. Bocatoma Sur.
- II. Bocatoma Norte.
- III. Barra Chavarría Sur.
- IV. Barra Cavarría Norte.
- V. Barra del Tordo.

La numeración ascendente representa la localización hacia el norte de Tamaulipas. Es decir, el sitio I es el que se localiza más cerca de la ciudad de Tampico. Esta numeración se mantiene a lo largo del trabajo. Los nombres de los sitios (excepto Bocatoma) fueron tomados del mapa. El nombre Bocatoma se tomó de un letrero en el sitio de estudio.

El cuadro 1 presenta la localización de los sitios muestreados así como su acceso y grado de perturbación, además de algunas características fisiográficas consideradas importantes.

3.2. Geología y fisiografía.

Los márgenes de México varían ampliamente en su fisiografía. El margen del Golfo desciende suavemente desde las bases de la Sierra Madre Oriental como una planicie costera extensa y de bajo relieve, clasificada por Imman y Nordstrom (1971) como una costa de "mares marginales", en contraste con el margen del Pacífico clasificado como "costa de coalición". En el Golfo, solo aparecen dos áreas de alto relieve, en los Tuxtlas y en la elevación de Jalapa.

La extensión de la plataforma continental del Golfo decrece hacia la parte sur, teniendo de 8 a 10 Km de ancho a la altura de los volcanes de los Tuxtlas, volviendo a ampliarse hacia el sureste. Su superficie generalmente tiene relieve reducido y está cubierto de arenas terrígenas no consolidadas y lodos; los arrecifes de

coral vivos y muertos ocurren lejos del continente (Lynch, en Galtosoff, 1954).

De acuerdo con Lankford (1977), hubo tres eventos geológicos que tuvieron particular relación en la formación de la línea de costa y de las modernas lagunas costeras. El primer evento fué la estabilización de la línea de costa en el Pleistoceno, durante la interglacial Sangamon, alrededor de 80 000 años antes de nuestra era, entre 5 y 8 m arriba del nivel del mar actual. La estabilización condujo a la formación de una topografía elevada de depósitos deltáicos de playas y lagunas. Los remanentes de este sistema en forma de cordones están preservados sobre los márgenes del plano costero mexicano moderno y comúnmente están asociados con las lagunas costeras actuales. El segundo evento, ocurrido durante la glaciación Wisconsin (aprox. 18 000 años antes de nuestra era) situó el nivel del mar 130 m abajo. La plataforma continental actual estuvo expuesta a procesos atmosféricos y terrestres. Los valles y cañones fueron erosionados, ocurrió sedimentación fluvial en deltas y planos inundados, el estado atmosférico produjo zonas de suelo, etc. Esta antigua topografía y el conjunto de suplementos potenciales de sedimentos propiciaron la situación geológica favorable para el desarrollo de las modernas lagunas costeras durante la transgresión del Holoceno. Aquí comenzó la elevación del nivel del mar y fué más rápida que la tasa de sedimentación terrígena hasta alrededor de 5000 años antes de NE. La plataforma se cubrió de un manto delgado de arena transgresiva, derivada de depósitos del plano costero re trabajados por el avance de la zona litoral de turbulencia. Las depresiones topográficas se inundaron y estuvieron expuestas a la energía marina. Las playas, abiertas al océano fueron cerradas a lo largo de la costa continental. El tercer evento importante comenzó cuando la transgresión lenta provocó un descenso en el nivel del mar (de -3 a -4 m). Los procesos de construcción de barreras comenzaron a encerrar porciones estrechas de la plataforma interior y de depresiones inundadas. La sedimentación terrígena y la marina comenzaron a progradar lentamente la línea de costa iniciando entonces la regresión del Holoceno, los ríos principales rellenaron los antiguos valles y progradaron activamente los deltas ahora sustituidos por las primeras bahías mari-

nas. Este último evento continúa hasta el presente, aunque Curry et. al. (1969) han notado que la regresión ha sido lenta debido a los cambios climatológicos y a una cubierta de lodo terrígeno acumulada sobre las arenas de la plataforma transgresiva, despojando a muchas costas de fuentes de sedimentos primarios.

Con respecto al aporte de sedimentos en la zona de estudio, Lynch (1954), plantea que los sedimentos cercanos a la costa deben estar relacionados a los sedimentos del plano costero adyacente, excepto cerca de las bocas de los ríos principales. Los restos del terciario en el plano costero del Golfo incluyen arena continental gruesa y depósitos ligníticos así como arenas marinas solventes y arcillas.

De acuerdo con Lowman (1949) las transgresiones rápidas y las regresiones lentas, produjeron efectos cíclicos en los sedimentos con la mayoría de estos, depositados durante la fase regresiva de los ciclos de hundimiento y hacia el mar los sedimentos cambiaron a una sucesión de arcillas marinas, mar afuera.

La cantidad de lluvia sobre el área continental que rodeó al Golfo antiguo puede haber sido el factor principal en la determinación de la depositación contemporánea de muchos depósitos sedimentarios, clasificados desde anhidrita y sal, a pizarras y calizas. Rolshausen (1947) sugiere que durante el tiempo pre-Eagle Ford, los ríos entraron al Golfo desde el oeste y probablemente drenaron la parte oeste de la base presente del río Mississippi y fueron el recurso más importante de sedimentos. El río Bravo pudo haber sido la fuente de sedimentos desde el Cretácico tardío.

Sitio de depositación:

Los sedimentos llevados hacia el Golfo de México, probablemente no son acarreados lejos de la costa, Cogen (1940) analizó muestras de la base del Golfo cerca de la boca del Río Bravo y concluyó que los sedimentos de la base presente de esta región son acarreados dentro del Golfo por el río Bravo.

Otro estudio muestra que los sedimentos en el Golfo han cambiado recientemente, Phleger (1950) encuentra que los sedimentos lejos de la costa son notablemente uniformes. A una distancia de

aproximadamente 6.436km desde la costa se encontró una combinación de arena fina y cuarzo aluvión con un diámetro promedio de 100 micras; este material se encontró bien clasificado.

Los sedimentos recientes se dividen en unidades litológicas, las cuales forman más ó menos zonas indefinidas paralelas a la costa y se extienden hacia afuera sobre la plataforma continental. En general, las arenas y pizarras predominan desde el oeste de Florida al sur de Cabo Rojo, mientras que las formas calizas en una plataforma ancha del oeste y norte de la Península de Yucatán (Lynch, 1954).

3.2.1. Islas de Barrera.

En el cuadro 1 puede observarse que los cinco sitios de estudio son, geomorfológicamente, islas de barrera. Se decidió incluir este apartado en la medida en que ayuda a la explicación de la dinámica de los sistemas de dunas en cuestión.

En el estudio de Armstrong-Price (1954) de los perfiles de la base del Golfo de México se indica que las islas de barrera están:

- 1) Asociadas con perfiles en equilibrio bien desarrollados.
- 2) Sobre una costa superficial donde la base está ahora al menos de 4.56 a 13.71m de profundidad dentro de 1.609 a 3.218Km de la playa.
- 3) después de lo anterior y de ahí en adelante hay declives extremos entre aproximadamente 0.6 y 1.5Km por cada 1.609Km.
- 4) donde la arena, grava ó guijarros son abundantes a lo largo de la playa.
- 5) donde el ataque de las olas hacia la playa es fuerte.

Estas observaciones, de acuerdo con Fenneman (1938) confirman la interpretación en el sentido de que una isla de barrera se forma simplemente como una estructura de equilibrio producida sobre una costa en estantes por el balance entre el ataque del oleaje y la resistencia de la base sin considerar ninguna historia de cambio en el nivel del mar. Se indica también, que la isla de barrera no requiere una disminución del nivel del mar mundial ó semiperma-

CUADRO I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SITIOS DE MUESTRO.

SITIO	LOCALIZACIÓN	ACCESO	EXTENSION (HECTÁREAS)	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS LAGUNAS	GEOMORFOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS DEL TIPO LAGUNAR	CARACTERÍSTICAS DE PERTURBACION EN EL SITIO
SOCATONA SUR	Al este de la Laguna Las Marismas (22°24' N; 97°51' O) frente al pueblo Ricardo Flores Magón (5 Km. aproximadamente)	Cambio de terracería que atraviesa la Laguna.	1.5 Km. de largo por 110 m. de ancho.	La Laguna Las Marismas es pecana, intermitente y rodeada de zona pantanosa, esteros y lagunas más pequeñas. Excesión 11.5 Km. de largo y 2.250 Km. en su parte más ancho. Sin aporte de río.	Lala de barrera. Tipo de laguna II-C de acuerdo con Lanford, 1977.	Las lagunas tipo II se formaron durante la regresión del Holoceno. Presentan sedimentación terrígena diferencial. Son lagunas asociadas con sistemas delíticos/luviales producidos por sedimentación irregular y/o superficie hundida debido a compactación/efectos de carga. Se han formado y modificados ampliamente durante los últimos 3000 años. Las barreras de arena se forman típicamente mirgenas superficiales y/o depresiones intrínsecas. Suplemento de sedimentos biógenos, delitas superficiales y efímeros frecuentemente. Lagunas elongadas entre cadenas de playa progradientes. El tipo C presenta barreras de playa arenosa múltiple, el agua de río 6 mar puede entrar a través de canales 6 ríos. Fosas y bacias se crea modificada rápidamente. Las lagunas pueden estar estacionalmente secas, avería muy baja excepto en los canales 6 ríos, salinidad altamente variable desde hipersalina a fresca (Lanford, 1977).	Laguna en proceso de dragado por la construcción del Puerto de altura Alcañá. Hay una zona de pozos de FINEX y una planta de lixiviación. El pasadecto corre por el borde interno de la laguna. Zona turística y de actividad acuacultural.
SOCATONA NORTE	A 4 Km. aproximadamente al norte del sitio anterior, frente a las Salinas Las Moscas (22°29' N; 97°53' O).	Restos de antigua carretera costera	2 Km. de largo por 50 m. de ancho.		Lala de barrera. II-C.	En la playa restos de basura, piedras, troncos y conchas atrojados por el mar.	
BARRA CHAVARRIA SUR	Entre Rinconada Las Palomas y Rinconada los Vencedos (22°18' N; 97°51' O) frente a la Laguna de San Andrés.	Por lancha atravesando la Laguna y saliendo a mar abierto para regresar después al sitio.	1.5 Km. de largo por 100 m. de ancho.	La Laguna de San Andrés presenta 6 bocas de comunicación con el mar y el aporte de 2 ríos: El Tigre (al norte) y El Barberena (al sur). Presenta el problema de cierre intermitente de bocas que provoca hipersalinidad. Su extensión es de 9700 Ha. con una profundidad promedio de 1.70 m. (Trevisio, 1983).	Lala de barrera. Tipo de laguna III-A.	Las lagunas tipo III se han formado en los últimos 5000 años por las de barrera de arena construidas por el oleaje sobre depresiones del margen interno invadidos de la plataforma continental. La orientación principal de los ejes es con tendencia paralela a la costa. Sedimentación superficial en canales erosionados, las modificaciones se deben principalmente a los procesos de la zona litoral incluyendo la actividad de vientos y huracanes y la sedimentación terrígena se localizada.	Poco perturbado. Zona de actividad acuacultural (ovinos, conejos, saul, jaiba y algunas especies de escamas, Treviño, 1983).
BARRA CHAVARRIA NORTE	Frente a la desembocadura del Río Tigre (22°43' N; 97°49' O) frente a la Laguna de San Andrés	Por lancha atravesando la Laguna.	1.5 Km. de largo por 100 m. de ancho.		Lala de barrera. Tipo de laguna III-A.	El tipo A presenta barreras arenosas extensas, ocasionalmente múltiples, salida asustada y muy localizada. Fosas y bacias modificadas por acción de mareas, oleaje de tormenta, arena llevada por viento y localización por ríos, los cuales tienden a segregar lagunas elongadas; surge relativamente baja excepto en los canales y durante condiciones de tormenta, salinidad variable dependiendo de la zona climática (Lanford, 1977)	En la playa basura, piedras, troncos grandes y conchas atrojados por el mar.
BARRA DEL TORDO	Al norte y sur de la desembocadura del Río Carrizal (23°04' N; 97°46' O), a 16 Km al sur del pueblo Rancho Nuevo.	a) Por carretera pavimentada. b) Por lancha atravesando la Laguna Brasil.	2 Km. de largo por 120 m. de ancho.	La Laguna Brasil presenta una extensión de 6.4 Km. de largo por 0.6 Km. de ancho. Aporte del Río Carrizal.	Lala de barrera. Tipo de laguna III-A.		a) Zona turística. b) Muy poco perturbado. Troncos, conchas y algas en la playa.

nente para producirse arriba del mar, sino solamente, requiere el cambio entre los niveles de tormenta y los niveles normales del mar, teniendo lugar durante periodos de unas pocas horas ó días. En el estudio se infiere que una barra submarina preexistente se construye (ó crece) más alto durante un huracán, así que durante la tormenta sostiene la misma relación de altura para el nivel del mar elevado (en tormenta) como anteriormente la sostuvo para el nivel normal del Golfo. Después del apaciguamiento, las barras emergen como islas de barrera. A partir de lo anterior el autor opina que el gran desarrollo de islas de barrera activas sobre la costa del Golfo de México y que dominan las líneas de costa de sectores aluviales, no son producto de la historia de cambio en el nivel del mar ni marcan ninguna de las condiciones; línea de costa emergida ó sumergida.

Se encuentra que la fuente de sedimentos para la barrera es secundaria, y entonces las islas de barrera ocurren en el Golfo donde los sedimentos a la deriva lejos de la playa son grandes, donde hay arena derivada de ríos ó donde no están presentes sedimentos de la tierra, pero donde el oleaje sobre la playa es fuerte y la barrera se construye de conchas rotas desde las bases adyacentes como en la costa del norte de Yucatán.

3.3 Marcos y Oleaje.

La regularidad en la elevación y caída de la marea y en su variación cíclica esta sujeta a los efectos perturbadores de las condiciones meteorológicas cambiantes. Estas alteraciones surgen primeramente, de los cambios en el nivel del agua y el gradiente barométrico, más aún, las diferencias en la presión están acompañadas por los vientos y sus efectos en el aumento y la caída de la marea, y son mucho más pronunciados que los efectos directos de la presión barométrica. En las aguas que tienen igual profundidad y rangos de marea, los efectos de los vientos trastornan más sobre mareas de tipo mixto y diurno que sobre las de tipo semidiurno. El Golfo de México en general presenta profundidades relativamente superficiales, los rangos de marea son más bien bajos y el tipo de marea diurno y mixto, por lo que se espera que los efectos perturbadores de los vientos sobre la marea sean completamente pronunciados.

Las mareas también están sujetas a perturbación por flujos de drenaje largos y variaciones en las corrientes de ríos, aunque los efectos más pronunciados solamente son en las rías (Marmer, 1954).

Para la zona de estudio se consideraron los datos de la tabla de predicción de mareas (1985) correspondientes a las estaciones oceanográficas de Matamoros y Cd. Madero, Tamaulipas, Méx. Estos fueron los datos más cercanos.

De acuerdo a la fórmula de Coutier (1938) se obtuvo; para Matamoros un tipo de marea diurna ($x=3.15$) y para Cd. Madero mixta semidiurna ($x=2.71$).

Con respecto al oleaje, el Golfo y el Caribe mexicanos son mediterráneos oceanográficos (Lankford, 1977). Las olas se producen con impulso limitado dentro de las bases, por los vientos dominantes. Puede considerarse que el área entera tiene una energía de olas intermedia, aunque existan condiciones de energía relativamente más altas a lo largo de la costa del Caribe y la mitad noroeste de la costa del Golfo. Las tormentas en ambos son normalmente de intensidad más grande. Las cartas (op. cit.) muestran que la plataforma de Yucatán y el NW de la costa del Golfo frecuentemente están más afectados por huracanes que el SW del Golfo. Las tormentas más severas resultan en la erosión costera, oleaje de mareas meteorológicas, quebrantamiento de barreras, etc. Adicionalmente, las depresiones tropicales y huracanes pueden producir lluvias torrenciales e inundación costera, las cuales frecuentemente tienen efectos más drásticos sobre las lagunas costeras que las tormentas de viento y oleaje.

3.4. Clima.

Se eligieron seis estaciones para la zona de estudio. Dos estaciones por sitio de muestreo. La elección de las zonas estuvo determinada por la disponibilidad de datos proporcionados por el Servicio Meteorológico de esta ciudad, además de su cercanía al sitio de muestreo (ver mapa 1).

El cuadro 2 presenta un resumen de las características climatológicas de las estaciones estudiadas y se presentan también los climogramas construidos con los datos (Mapa 2; a,b,c.).

Del cuadro y los climogramas se desprende que en la zona de

CUADRO 2. CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS DE LAS ESTACIONES CONSIDERADAS.

SITIOS	BOCATOMA		BARRA CHAVARRIA		BARRA DEL TORDO	
	TAMPICO	ALTAMIRA	LOS ESTEROS	PUNTA JEREZ	ALDAMA	LA ESPERANZA
COORDENADAS	22.14°N 97.51°W	22.24°N 97.56°W	22.29°N 98.06°W	22.54°N 97.46°W	22.58°N 98.04°W	23.10°N 97.54°W
PERIODO	1961- 1981	1958- 1971	1961- 1980	1925- 1961	1961- 1980	1962- 1980
CLIMA	Cálido sub húmedo	Semicálido subhúmedo	Cálido sub- húmedo	Semicálido subhúmedo	Cálido sub- húmedo	Semicálido subhúmedo
FORMULA	$Aw_1''(e) *$	$(A)C(w_1'')a(e)$	$Aw_0''(e)$	$(A)C(w_1'')a^*(e)$	$(A)C(w_0'')a(w)(e)$	$(A)C(w_1'')a(w)(e)$
TEMP. MED. ANUAL	24.35°C	24.31°C	25.19°C	23.52°C	23.57°C	23.45°C
TEMP. MIN Y MES	18.2°C enero	17.1°C enero	19.2°C enero	17.8°C enero	17.2°C enero	17.1°C enero
TEMP. MAX Y MES	28.2°C agosto	28.6°C agosto	28.9°C junio	27.6°C agosto	27.9°C junio	27.8°C agosto
PP TOTAL ANUAL	1221.62 mm	1113.40 mm	1006.9 mm	1447.1 mm	968.8 mm	1091.5 mm
PP MIN.	17 mm febrero	7.3 mm abril	12.2 mm abril	11.1 mm marzo	10.5 mm febrero	8.8 mm marzo
PP MAX.	307.7 mm junio	251.3 mm septiembre	233.1 mm septiembre	272.2 mm septiembre	205.5 mm septiembre	196.2 mm junio
% LLUVIA INVERNAL	4.1764	5.2542	5.7205	3.7523	4.3043	4.4159
REGIMEN LLUVIAS	VERANO	VERANO	VERANO	VERANO	VERANO	VERANO
P/T	50.17	45.80	39.97	61.53	41.10	46.54
CANICULA	SI	SI	SI	SI	SI	SI
OCILACION TERMICA	10	11.5	9.7	9.8	10.7	10.7
NUMERO DE MAXIMOS	UNO en agosto	UNO en agosto	UNO en junio	UNO en agosto	UNO en junio	UNO en agosto
LLUVIAS	jul - oct	jul - oct	jul - oct	jul - oct	jul - oct	jul - oct
SECAS	nov - may	nov - may	nov - may	nov - may	nov - may	nov - may

SUR

NORTE

* Según García (1973)

Promedio anual de días con heladas:

TAMPICO = 0.10

PUNTA JEREZ = 0.08

SOTO LA MARINA = 1.42

(extremo norte del área de estudio).

estudio aparecen dos climas; cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo, ambos con régimen de lluvias de verano determinado por los vientos del sureste. Hay presencia de canícula.

Con respecto a la frecuencia de elementos y fenómenos especiales, se consideraron los datos proporcionados por la Dirección General de Geografía y Meteorología de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, para tres estaciones. De sur a norte estas son: Tampico, Punta Jeréz y Soto la Marina.

Solo se consideró los promedios anuales para días con granizo y días con heladas:

Tampico (granizo= 0.18; heladas= 0.10) ; Punta Jeréz (granizo= 0.08 ; heladas= 0.08). La estación Soto la Marina se considera como extremo norte ya que queda fuera de los límites del área de estudio, (granizo= 0.04; heladas= 1.42).

Las heladas aparecen en los meses fríos; para Tampico el valor cae en enero; en Punta Jerez ocurre en noviembre y enero; al norte, en Soto la Marina este fenómeno se presenta de noviembre a marzo.

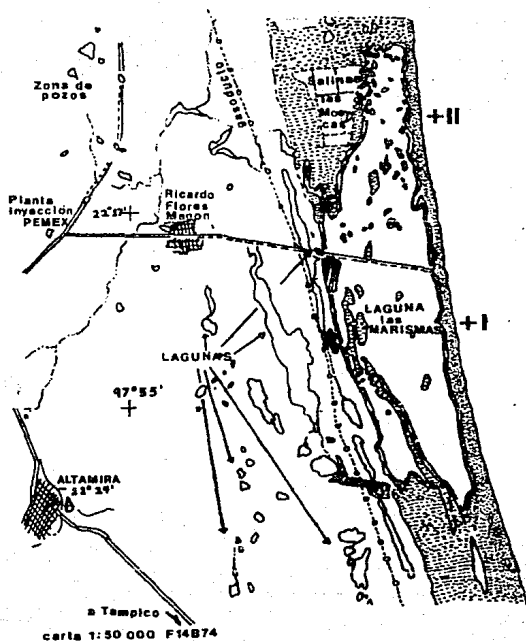
Hay que mencionar que solo en Punta Jeréz hay rocío todo el año.

3.5. Vientos.

En el mapa 2 (a,b,c), se resumen las características de los vientos dominantes. Sin embargo, hay que mencionar que en general en la estación Tampico, los vientos son más intensos presentando velocidades entre los 2.1 m/seg. a 11.15 m/seg.

Un factor climatológico importante es que la zona se encuentra sometida a los "nortes". Los "nortes", son vientos provenientes del norte que soplan violentamente por varios días seguidos, sobre las costas del Golfo de México durante la mitad fría del año. Estos vientos, al pasar por el Golfo recogen suficiente humedad que después es liberada en forma de lluvia (García, 1969). Durante el invierno de cada año de 30 a 40 masas de aire polar continental, penetran al Golfo y de 15 a 20 de estas masas de aire dan lugar a la formación de frentes fríos que originan vientos del "norte", con intensidades de moderadas a fuertes, el cambio térmico que acompaña al "norte", generalmente es bastante grande, registrandose un descenso de temperatura en 24 hrs. de 10

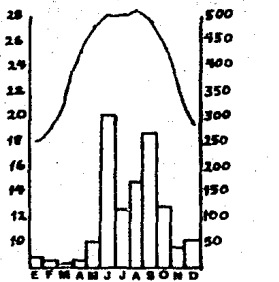
MAPA 2a: SITIOS I y II BOCATOMA



VIENTOS DOMINANTES

ESTACION	TAMPICO	ALTAMIRA
DIC	NORTE	NORTE
ENE	NORTE	NORTE
FEB	6.7-11.15 m/seg	2.55-4.3 m/seg
MAR	ESTE	ESTE Y SURESTE
ABR	4.3 m/seg	2.55 m/seg
MAY	ESTE	ESTE Y SURESTE
JUN	ESTE	ESTE Y SURESTE
JUL	4.3 m/seg	2.55 m/seg
AGO	4.3 m/seg	2.55 m/seg
SEP	NORTE Y ESTE	ESTE, SURESTE Y
OCT	4.3-6.4 m/seg	NORTE
NOV	4.3-6.4 m/seg	1.15-2.55 m/seg

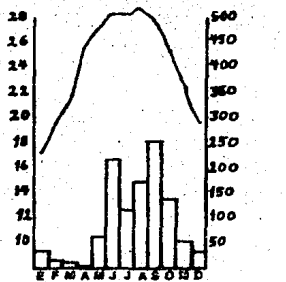
22.14° - 97.81°
TAMPICO (21 años)



Aw₁ (e) T=29.3°C
P=423.6 mm

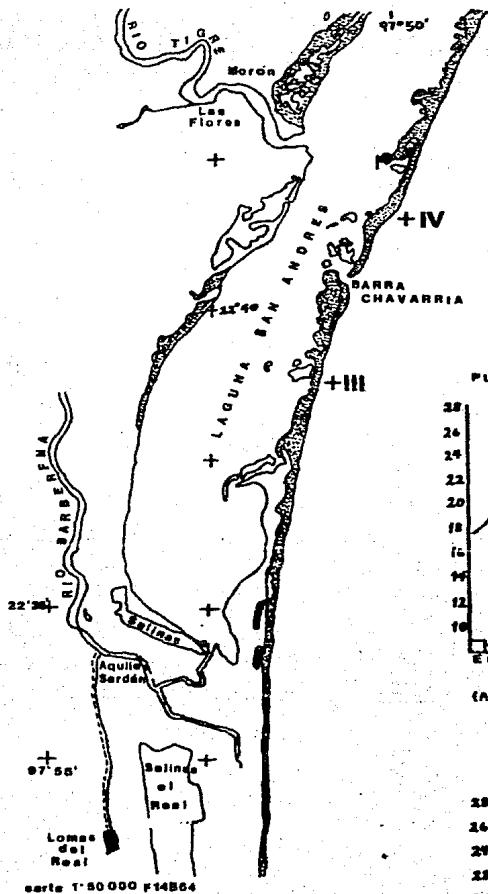
22.24° - 97.56°

ALTAMIRA (14 años)



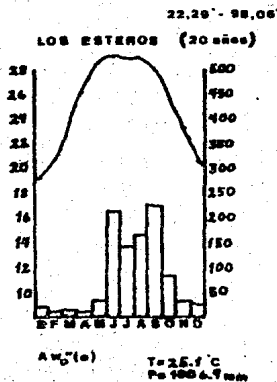
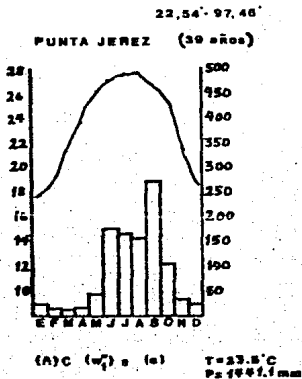
(A) C (w₁) (e) T=29.3°C
P=1193.4 mm

MAPA 2b: SITIOS III y IV: BARRA CHAVARRIA

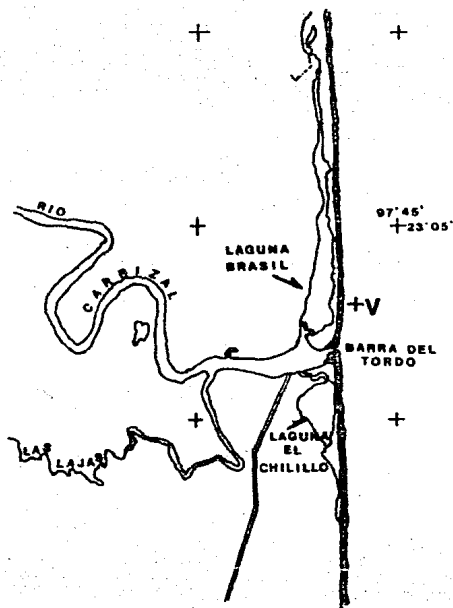


VIENTOS DOMINANTES

ESTACION	LOS ESTEROS	PUNTA JEREZ
DIC	NORTE Y ESTE	SURESTE
ENE		
FEB	2.55 m/seg	1.15-2.55 m/seg
MAR	ESTE, NOROESTE Y NORTE	SURESTE
ABR		
MAY	1.15-2.55 m/seg	1.15-2.55 m/seg
JUN	ESTE	SURESTE
JUL		
AGO	2.55 m/seg	1.15-2.55 m/seg
SEP	ESTE, NORTE Y NOROESTE	SURESTE Y NOROESTE
OCT		
NOV	1.15-2.55 m/seg	1.15-2.55 m/seg



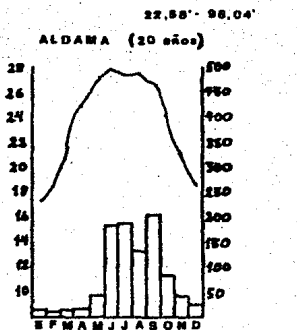
MAPA 2c: SITIO V: BARRA DEL TORDO



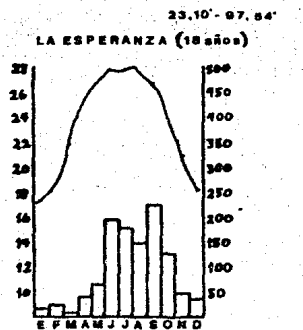
escala 1:50 000 F14B44

VIENTOS DOMINANTES

ESTACION	ALDAMA	LA ESPERANZA
DIC	SURESTE Y ESTE	SURESTE, NORTE Y NORESTE
ENE		
FEB	1.15 - 2.55 m/seg	4.2 - 6.4 m/seg
MAR		
ABR		
MAY	1.15 - 1.55 m/seg	4.3 m/seg
JUN	ESTE Y SURESTE	SURESTE
JUL		
AGO	1.15 - 2.55 m/seg	4.3 m/seg
SEP	ESTE Y SURESTE	SURESTE
OCT		
NOV	1.15 - 2.55 m/seg	4.3 m/seg



(A)C $(w_0) = (w)(p)$ T=23.5°C
P=748.8 mm



(A)C $(w_0) = (w)(p)$ T=23.5°C
P=794.5 mm

grados centígrados (Grivel, 1979).

En las estaciones consideradas estos vientos se presentan de la siguiente manera; en la parte sur desde noviembre, en la parte media la estación Los Esteros, registra vientos del norte todo el año, la estación Punta Jeréz los registra desde septiembre igual que las dos estaciones de la parte norte de la zona de estudio. Los vientos del norte son responsables del movimiento de grandes cantidades de arena en los sistemas de dunas (Poggie, 1962; Moreno Casasola, 1982, 1985). Otro factor importante, aunque menos frecuente que los "nortes" es el de los ciclones tropicales. Los "nortes" y ciclones contribuyen a acentuar la inestabilidad natural de las dunas (Poggie, 1962; Jáuregui, 1967; Puig, 1976).

4. OBJETIVOS.

En este trabajo se pretende:

- 1) Describir las comunidades vegetales de las dunas costeras de la parte sur del estado de Tamaulipas, Méx. con base en su composición florística y estructura.
- 2) Correlacionar algunos factores ambientales con la vegetación presente en la zona de estudio.
- 3) Analizar de manera preliminar la distribución de las especies más importantes a lo largo de la zona.

5. METODOLOGIA.

5.1 Método de muestreo.

5.1.1. Selección de los sitios y áreas de muestreo.

La selección de los sitios de muestreo estuvo determinada fundamentalmente por la relativa facilidad de acceso. En los sitios elegidos se realizó un recorrido preliminar para determinar el área a muestrear.

El área muestreada se delimitó en función del criterio de mínima perturbación, considerando a la perturbación como pastoreo, zonas taladas, poblados, construcciones, turismo ó cultivos.

5.1.2. Muestreo de vegetación.

Los datos de campo se obtuvieron de la siguiente manera (ver esquema metodológico, Fig.1):

1) Para cada sitio se realizó un transecto perpendicular a la playa con los objetivos de:

a) Construir un perfil de vegetación por medio de registros de presencia-ausencia de las especies cada metro cuadrado.

b) Determinar los hábitats presentes en el sistema de dunas a través de las diferencias topográficas.

c) Obtener una representación de los cambios florísticos observados sobre un gradiente del mar hacia tierra adentro.

d) Colectar en cada una de las zonas, muestras de suelo en función de los cambios florísticos ó topográficos. Las muestras de suelo se colectaron superficialmente sobre los transectos entre 10-20 cm de profundidad y de dos lugares adyacentes. Se colectó 1 kg de suelo aproximadamente.

La longitud del transecto quedó establecida por los criterios de delimitación del área y por la presencia del manglar.

2) En cada sitio se realizó un muestreo de vegetación por el método de levantamientos (relevé). Estos se situaron sobre transectos determinados subjetivamente de modo que se abarcaran las diferentes partes del sistema (playa, pendientes de barlovento y sotavento, cimas, hondonadas, etc.).

El método consiste en la elección de zonas homogéneas de vegetación con una superficie mínima de 1m² y máxima de 100m² (Westhoff

y Maarel 1978; García, 1982; Moreno Casasola et. al., 1982; Castillo, 1984; Moreno-Casasola, 1986). En el levantamiento se registran datos sobre la vegetación y su composición así como sobre el medio ambiente. Para la vegetación se obtuvo la siguiente información:

a) Estratos; Se anotó la presencia de las formas de crecimiento como: árboles, arbustos, hierbas postradas, erectas, trepadoras, amacolladas.

b) Altura máxima y mínima de cada estrato.

c) Cobertura externa e interna. En la externa se considera el porcentaje de la cobertura de la vegetación incluyendo las partes muertas y los espacios entre las hojas de las plantas; en la interna se elimina lo anterior de manera subjetiva y se considera solamente el porcentaje que cubre la vegetación viva.

d) Composición florística. En el levantamiento se enlista a las especies que quedan dentro de los límites del área establecida, calculando el porcentaje de la superficie cubierto. La estimación de la cobertura de cada especie dentro del levantamiento se obtiene a partir de la escala de cobertura-abundancia propuesta por Westhoff y Maarel (1978). En la escala se dan valores de cobertura a las especies que tienen coberturas entre el 5% y el 100%, y para las que no alcanzan este rango se aplica el criterio de abundancia (Maarel, 1979).

ESCALA ORDINAL UTILIZADA

Westhoff y Maarel (1978)

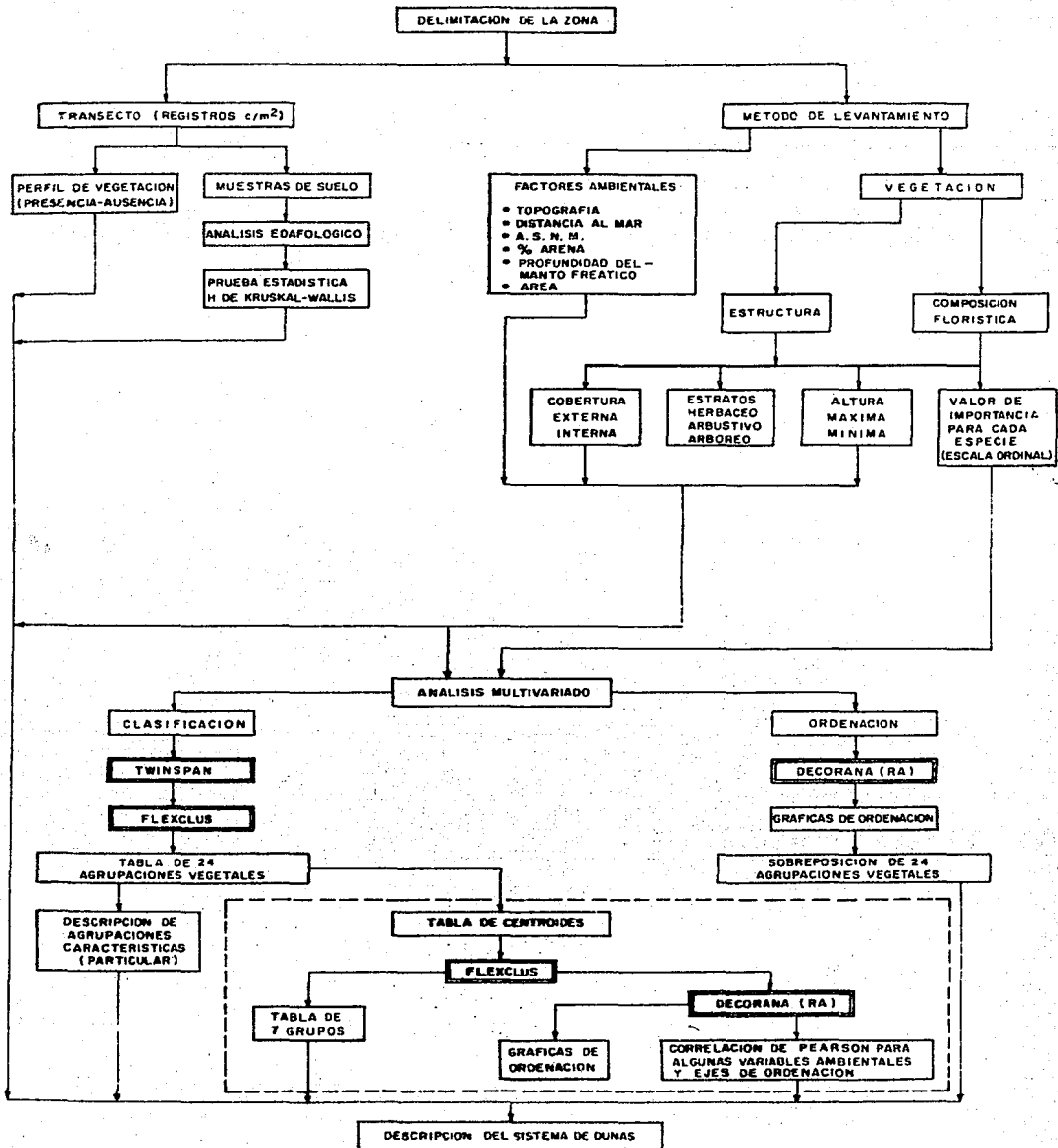
ABUNDANCIA

- 1 - Cobertura menor al 5%, 1-3 individuos.
- 2 - Cobertura menor al 5%, 3-10 individuos.
- 3 - Cobertura menor al 5%, más de 10 individuos.
- 4 - Muy abundante con cobertura menor al 5%.

COBERTURA

- 5 - Del 5 al 12.0% de cobertura.
- 6 - Del 12.5 al 25% de cobertura.
- 7 - Del 25.5 al 50% de cobertura.
- 8 - Del 50.5 al 75% de cobertura.
- 9 - Del 75.5 al 100% de cobertura.

Fig 1. ESQUEMA METODOLOGICO



Para el aspecto medioambiental se recogió la siguiente información dentro del levantamiento:

- e) Distancia al mar.
- f) Altura sobre el nivel del mar.
- g) Profundidad del manto freático.
- h) Zona topográfica en que se sitúa el levantamiento.
- i) Porcentaje de arena en el levantamiento.
- j) Forma y tamaño del levantamiento.

5.2. Análisis multivariado.

5.2.1. Definición y propósito.

En el análisis multivariado se analizan numerosas variables simultáneamente como un todo, resumiendo y revelando la estructura de los datos. Este tipo de análisis resulta adecuado cuando se estudia a la vegetación y su relación con el medio ambiente ya que los datos que se registran presentan numerosas características sobre un determinado número de individuos y las relaciones entre las características surgen a través de varios factores que requieren un estudio simultáneo (Gauch, 1982).

Este tipo de análisis permite transferir el nivel de abstracción desde los datos de campo hasta las propiedades del nivel de comunidad y las representaciones de los posibles gradientes medioambientales involucrados (Whittaker, 1978).

5.2.2. Métodos utilizados.

5.2.2.1. Ordenación.

El método de ordenación consiste en arreglar los datos de vegetación (muestras, especies, índice de similitud) en un espacio de pocas dimensiones. Goodall en 1954 lo define como el arreglo de datos de vegetación en series multidimensionales. El resultado final de una técnica de ordenación es una gráfica generalmente de dos dimensiones en la cual las muestras similares se encuentran cerca y las entidades disimilares lejos. Los ejes representan la variación en la composición de la vegetación relacionada con los factores ambientales.

En el presente trabajo se usó la técnica de promediación recíproca (RA) y el "detrended correspondence analysis" (DCA). Esta

decisión estuvo en función de que no presupone ninguna distribución particular de las muestras en comparación por ejemplo con el análisis de componentes principales que implica considerar que la relación del conjunto de datos es lineal (Beals, 1973; Noy Meir y Whittaker, 1978).

La promediación recíproca generalmente se usa para revelar las correspondencias de un número de observaciones, entre dos tipos de información (Benzecri, 1969, en Noy Meir y Whittaker, 1978). En nuestro caso son especies y muestras. Hill (1973) describe la técnica como una ordenación porcentual valorada ('weighted average ordination') que se lleva a cabo por aproximaciones sucesivas. La solución óptima y estable no depende del arreglo inicial de datos aunque sí del número de iteraciones. La estabilización de los resultados se alcanza cuando los cambios en los resultados de especies ó muestras (ó ambos) de una iteración a la siguiente, son insignificantes.

La posición de cada especie en los ejes de ordenación está dada por el punto que representa su óptimo dentro de la distribución de muestras y la posición de cada muestra es la posición promedio de las especies que contiene.

Geoméricamente la función es una nube multidimensional de puntos que se proyecta eficientemente dentro de pocas dimensiones. Esta técnica presenta dos errores; 1) la compresión de los extremos del primer eje y 2) la extracción frecuente de un arco falso ('efecto de herradura') en el segundo eje debido a la presencia de distorsiones curvilíneas. Ambos surgen de la discrepancia entre el modelo subyacente en la técnica y las propiedades matemáticas de la distribución de las especies (Hill, 1973; 1974). De acuerdo con Hill (1979), "correspondence analysis" y "reciprocal averaging" son sinónimos. "Detrended correspondence analysis" es una mejora sustancial sobre RA, evitando los dos problemas mencionados antes. Las diferencias se ubican en el ajuste de los ejes y en la forma en la que se calcula el 2o. eje y los ejes superiores. El primer eje en DCA se calcula por promediación recíproca y difiere solo en el ajuste. El "detrended correspondence analysis" evita el efecto de herradura al impedir cualquier relación sistemática de cualquier tipo entre los ejes superiores y el primero. Ambas técnicas se ejecutan por medio del programa

5.2.2.2. Clasificación.

La clasificación es un método por medio del cuál los elementos de un conjunto de datos se asignan a grupos ó clases cuyos miembros tienen ciertas propiedades en común (Lambert y Dale, 1964). En ecología vegetal el uso más común de las técnicas de clasificación es la búsqueda de asociaciones florísticas. Actualmente, por diversas razones teóricas y de ejecución computacional, los métodos de clasificación se dividen en dos grandes grupos, los métodos jerárquicos y los no jerárquicos (reticulares) (Ezcurra et. al. 1984).

En la clasificación de datos hay que tomar una serie de decisiones debido fundamentalmente a las posibilidades generales de formar grupos a partir de un conjunto. Estas tienen que ver principalmente con los objetivos del trabajo y con las características de los datos. En la clasificación numérica las decisiones tienen que ver con: 1) Que atributos se van a registrar ó se han registrado. 2) Que índice se va a usar para medir la (dis) similitud entre las muestras. 3) Que tipo de estrategia de división ó de fusión se usará. Todas las estrategias están asociadas con algún aspecto de la manipulación del espacio (Williams, 1981).

Dentro de los problemas importantes se encuentran por un lado, las medidas de similitud ó disimilitud. Una medida de disimilitud tiene burdamente las propiedades de una distancia y una medida de similitud tiene las propiedades de una probabilidad ó de un coeficiente de correlación. En el otro lado se encuentra la valoración de atributos que puede llegar a ser un elemento subjetivo en el análisis por lo que se recomienda que todos los atributos se ponderen igual (Williams, 1971).

Las técnicas que se utilizaron fueron:

1) Una técnica de clasificación divisiva politética a través del programa TWINSpan (Two-way INdicator SPecies ANalysis) (Hill, 1979). El programa construye primero la ordenación de un eje por promediación recíproca. Después realiza una clasificación de las muestras y posteriormente usa ésta clasificación para obtener una clasificación de las especies de acuerdo a sus preferencia ecológica; entendiendo la preferencia ecológica de las especies dentro

del programa como el sitio (punto) que ocupan a lo largo de un eje de ordenación por promediación recíproca. Las divisiones ó cortes del conjunto de datos se realizan inicialmente considerando a las muestras que contienen a las especies que aparecen en los extremos de los ejes de ordenación. Las dos clasificaciones (muestras y especies) se utilizan juntas al final para construir una tabla ordenada que exprese las relaciones sinecológicas de las especies tan claramente como sea posible. El programa tiene tres desventajas, la primera es la consideración de la preferencia ecológica de manera únicamente cualitativa; la segunda es que en un nivel determinado divide sin considerar la variación interna del grupo y la tercera es la imposibilidad de afinar el resultado. Sin embargo, el programa es eficiente y rápido para realizar divisiones de conjuntos muy grandes de datos. Aquí se utilizó solo para obtener una agrupación inicial.

2) Técnica aglomerativa y politética 'Relocative Centroid Sorting' (RCS) (Maarel et. al., 1978). Esta técnica se aplica en este trabajo por medio del programa FLEXCLUS (Tongeren, en preparación). En esta técnica todos los cálculos se realizan sobre los centroides de cada grupo. El centroide de un grupo puede definirse como un "levantamiento abstracto" que representa el promedio de todos los levantamientos que conforman al grupo. La relación que existe entre los grupos es la relación que existe entre sus centroides. El programa FLEXCLUS utiliza como índice de semejanza la tasa de similitud de Wishart (1979) cuya fórmula es la siguiente:

$$SR(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^{jK} (x_{Ai} \cdot x_{Bi})}{\sum_{i=1}^j (x_{Aj})^2 + \sum_{i=1}^k (x_{Bi})^2 - \sum_{i=1}^{jK} (x_{Ai} \cdot x_{Bi})}$$

Donde:

- j= número de especies en la muestra A.
- k= número de especies en la muestra B.
- jk= número de especies en ambas muestras.
- x_{Ai}= el valor de la especie i en la muestra A.
- x_{Bi}= el valor de la especie i en la muestra B.

Es un programa similar a TABORD (Maarel et.al., 1978) más iterativo y con mayor capacidad de datos.

5.3. Aplicación de la metodología.

La secuencia general de la aplicación metodológica se resume en el esquema metodológico (Fig. 1), modificado de Castillo (1984). Se obtuvieron 703 levantamientos y 71 especies para los cinco sitios de muestreo. Con ellos se construyó una tabla burda inicial.

La clasificación se realizó en dos niveles. El primero consiste en:

1) Una clasificación inicial con los datos contenidos en la tabla burda inicial. Esta clasificación se llevó a cabo con el fin de obtener grupos primarios a partir del conjunto de datos, ya que este, era muy grande. Se utilizó la técnica TWINSPAN (Hill, 1979), definiendo los siguientes niveles de corte del conjunto de datos: 0.0, 3.5 y 5.5.

Se obtuvieron 46 grupos primarios, los cuales se clasificaron con la técnica RCS a través del programa FLEXCLUS utilizando ciclos de reacomodo ('relocation') y un límite de fusión de 0.6.

Se obtuvieron 24 grupos (agrupaciones) que se arreglaron en tablas ordenadas por agrupación (ver apéndice 1b). Estas agrupaciones se describieron por las especies características y acompañantes dependiendo de su frecuencia y cobertura.

El segundo nivel de clasificación es un nivel más general y abstracto que permitió generalizar y resumir el análisis de resultados. Este nivel aparece en el esquema, encerrado con líneas punteadas. Se procedió de la siguiente manera:

A partir de los 24 grupos obtenidos de FLEXCLUS se construyó una tabla de centroides. Esta tabla se preparó tomando los valores de frecuencia de las especies dentro de los grupos como una medida de su importancia relativa. El procedimiento consistió en enlistar a las especies que presentaron una frecuencia mayor ó igual al 10% dentro de cada uno de los grupos. Los valores de frecuencia de cada una de las especies con frecuencia = 10% se transformaron en la siguiente escala: 1 = 10% - 20% 9 = 90% - 100%. Aquellas especies que no alcanzaron el 10% de frecuencia y los grupos que tuvieron menos de 7 levantamientos fueron analizados según su importancia en las tablas ordenadas (1er. nivel) y después se decidió su omisión del análisis posterior al conside-

rarse no representativos. Se consideraron 22 agrupaciones finales.

La matriz de centroides quedó conformada con 53 especies y 22 agrupaciones vegetales. Esta tabla se clasificó con la técnica RCS-FLEXCLUS y se obtuvieron 7 grupos generales que se analizan en el capítulo de resultados.

2) La ordenación del conjunto de datos se realizó para los dos niveles mencionados antes, utilizando las técnicas de promediación recíproca y 'detrended correspondence analysis', RA y DCA a través del programa DECORANA (Hill, 1979).

Para el primer nivel se analizaron las gráficas de ordenación y se sobrepusieron los 24 grupos obtenidos. Los resultados con ambas técnicas fueron iguales. Solo se reporta la ordenación con promediación recíproca (RA).

Para el segundo nivel (tabla de centroides), se sobrepusieron las siguientes variables ambientales y estructurales a los ejes de ordenación obtenidos (1-2). Distancia al mar, altura sobre el nivel del mar, inclinación, porcentaje de arena, profundidad del mato freático, número de especies, cobertura externa e interna, altura máxima y mínima de la vegetación.

5.4. Análisis edafológico.

Se obtuvieron en total 19 muestras de suelo a lo largo de los transectos. Las muestras se colectaron de manera que se encontrarán a diferentes distancias del mar y donde se presentaran cambios florísticos ó topográficos evidentes. En cada transecto se colectó un mínimo de tres muestras las cuales se almacenaron en bolsas de plástico negro de 1 kg. desde el momento de colecta hasta su análisis fisicoquímico posterior. Antes de analizarlas se secaron en el Invernadero de la Facultad de Ciencias, UNAM durante tres días.

Se utilizaron las siguientes técnicas de análisis:

a) Análisis físicos.

pH.- Utilizando una suspensión en agua destilada en relación 1:25 y un potenciómetro Conductronic pH 20.

% de humedad.- Gravimétrico (perdida de peso)

% de materia orgánica y carbonatos.- Por ignición de acuerdo al método de Dean (1974).

Textura.- Análisis granulométrico mediante tamices de diferente abertura USA Standart Testing Sieve:

No. de malla	abertura (mm)
10	2.000
18	1.000
35	0.500
60	0.250
120	0.125
230	0.063
---	> 0.063

También se aprovecharon los tamices para medir el % de restos de materia orgánica mayor de 2mm.

b) Análisis químicos.

Calcio y Magnesio.- Por titulación con etilendiamino tetracético EDTA (versenato), Diehl (1956 en Jackson, 1976).

Sodio y Potasio.- Por flamometría, Wander (1942 en Jackson op.cit.).

Carbonatos y Bicarbonatos.- Por titulación con ácido sulfúrico, Reitemeier (1943 en Jackson, op.cit.).

Cloruros.- Por titulación con nitrato de plata, Reitemeier, (1943 en Jackson, op.cit.).

Sulfatos.- Por determinación turbidimétrica, Sheen (1935 en Jackson, op.cit.).

% de materia orgánica.- Por combustión húmeda siguiendo el método de Walkey (1947 en Jackson, op.cit.).

Fósforo asimilable.- Por el método de Olsen, et. al. (1954 en Jackson, op.cit.).

Residuos insolubles.- En solución de ácido clorhídrico al 30%.
En la tabla 3 se reportan los resultados del análisis edafológico.

6. RESULTADOS.

6.1. Descripción general de los sistemas de dunas costeras en el sur de Tamaulipas.

En el sur de Tamaulipas los sistemas de dunas costeras se caracterizan por cordones bajos (de 1 a 4m) que corren paralelos a la playa. Estos sistemas se encuentran entre dos masas de agua, el mar al este y lagunas costeras al oeste, quedando limitados naturalmente por la playa y por el manglar de *Conocarpus erectus* tierra adentro. A partir de lo expuesto en la parte de descripción de la zona de estudio puede considerarse que los sistemas de dunas costeras forman una unidad geomorfológica en esta región. Por su situación geográfica, estos sistemas están expuestos a una dinámica particular. Los sistemas se encuentran sobre islas de barrera donde el ataque de las olas hacia la playa es fuerte y donde hay arena derivada de ríos. Estas islas pueden aumentar de tamaño ó destruirse en épocas de tormenta ("nortes" y ciclones). Las islas de barrera de la Laguna de San Andrés están expuestas a mayor alteración por el cierre intermitente de sus bocas (sitios III y IV). Excepto en Bocatoma (sitios I y II) se presenta como fuente de sedimentos para los sistemas de dunas, los ríos y el mar. En Bocatoma no hay boca de río aunque la zona (antes de la construcción del puerto de altura de Altamira) comprendía una serie de riachuelos, rías, lagunas de tamaño variable y zonas pantanosas (ver mapa 2).

La vegetación que crece sobre estas islas de barrera se encuentra sometida a inundación costera ó lagunar, así como a vientos fuertes (de tormenta) que alteran el oleaje de las lagunas costeras y el mar. Las islas pueden alterar también a las lagunas costeras al progradarse en ellas. Los sistemas en estas condiciones pueden erosionarse fácilmente y en este caso la vegetación se destruye.

En los perfiles de vegetación se puede observar que son sistemas angostos que presentan un máximo de 150m de ancho (Fig.2). En las playas se presentan generalmente materiales depositados por el mar como troncos, conchas, algas y basura, así como residuos de petróleo.

Todos los sitios de muestreo presentan una zonación que va de la playa hacia tierra adentro. La zonación corresponde en general con la que reportan Moreno Casasola y Espejel (1986) y Castillo (1984) para los sistemas de dunas a lo largo del Golfo de México y el Caribe y para Tabasco y Campeche respectivamente.

En los perfiles puede observarse también la zonación presente así como los rangos de distribución de las especies a lo largo de los transectos. En estos perfiles se presenta un patrón de distribución florístico que corresponde en todos los casos con la zonación. Esta puede dividirse en tres zonas más ó menos bien delimitadas:

i) una zona de vegetación pionera caracterizada fundamentalmente por herbáceas rastreras y erectas que estructuralmente alcanzan una altura de 20 cm máximo, excepto en los casos donde aparece *Uniola paniculata* que puede alcanzar hasta 1.5m ó *Chamaecrista chamaecristoides* y *Croton punctatus* con alturas de 60 cm. Esta zona es la más cercana al mar, iniciándose en la línea de marea alta y abarcando hasta el primer cordón de dunas.

Se caracteriza también por presentar un sustrato móvil y dinámico (arena suelta y desnuda). Aquí las plantas se encuentran sometidas a procesos de acumulación y remoción de arena así como a factores ambientales severos como es el caso de incidencia de vientos directa y aspersión salina (Barnes, 1977).

De acuerdo a la clasificación propuesta por Doing, 1981; en Moreno Casasola, 1986) para los sistemas de dunas costeras de zonas templadas, correspondería a la zona I y II en donde el movimiento de arena y la salinidad son los factores abióticos principales.

Las especies características de esta zona son por ejemplo: *Ipomoea pes-caprae*, *Sporobolus virginicus*, *Uniola paniculata*, *Cakile geniculata*, *Sesuvium portulacastrum*.

ii) la segunda zona llamada intermedia se localiza generalmente entre el primer cordón de dunas con movilidad de arena y la zona de matorral con mayor estabilidad de sustrato (ver perfiles, Fig.2). Esta zona presenta mayor variación topográfica, esta formada por cordones de dunas bajos, planos ondulados y hondonadas secas ó inundables. La vegetación generalmente se presenta

como pastizales amplios en donde las familias cyperaceae y graminae están bien representadas. En otros casos aparecen manchones de vegetación arbustiva más propias del matorral. También pueden aparecer manchones de subarbustos inmediatamente después del primer cordón de dunas. Aquí el sustrato es más húmedo y compacto; en algunos casos las plantas que se presentan en esta zona pueden soportar inundación como es el caso de *Cyperus articulatus*. La zona intermedia está más protegida de los vientos y de la aspersión salina que la zona de vegetación pionera. La vegetación se caracteriza por herbáceas erectas y subarbustos, estos últimos en las partes más secas. Correspondería a las zonas IV y V de la clasificación de Doing (op. cit.) en donde la exposición y humedad son los principales factores abióticos y como producto de sucesión hay desarrollo de suelo, el grado y tipo de perturbación, la disponibilidad de propágulos y atributos vitales de las especies (Guevara, 1982) también son factores importantes que afectan la distribución de las comunidades vegetales.

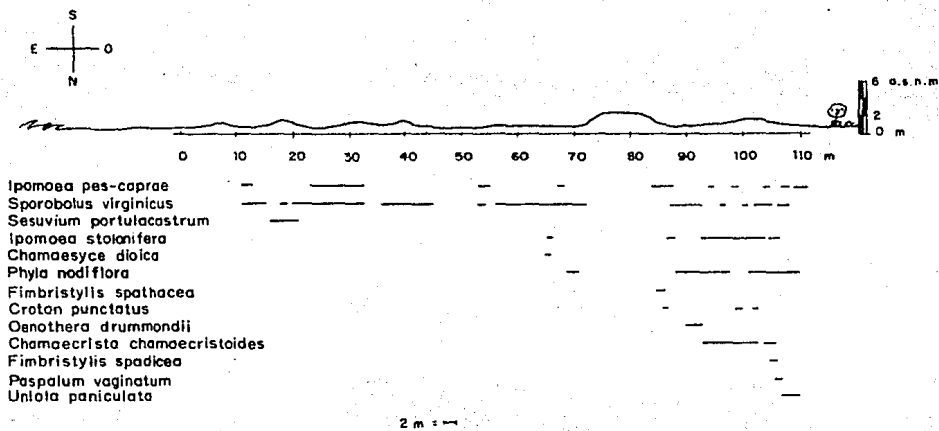
Algunas especies características de esta zona son:

Phyla nodiflora, *Stemodia tomentosa*, *Fimbristylis spadiacea*, *Fimbristylis spathacea* entre otras.

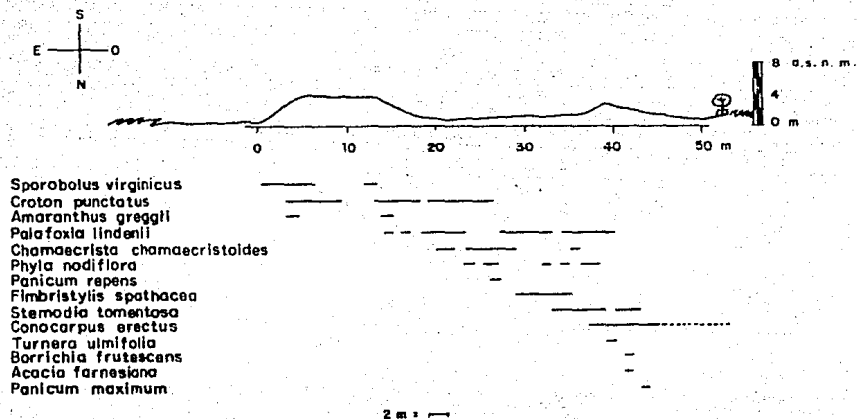
iii) la tercera y última zona, colinda con el manglar. Esta zona generalmente es plana, con sustrato compacto y seco. Se caracteriza por vegetación de matorral bajo espinoso (hasta 3 ó 4 m). Es la zona estructuralmente más compleja presentando tres estratos; herbáceo rastroso y erecto, subarbustivo y arbóreo. La vegetación aquí, contribuye a la formación de suelo. De acuerdo con Moreno Casasola (1986) no hay suficiente información para desarrollar una clasificación de dunas estabilizadas; (zona VI, Doing, op. cit.) en donde las comunidades no están caracterizadas por la inestabilidad de la superficie del suelo. Doing las considera determinadas por sucesión primaria y secundaria y con desarrollo de suelo, así que tentativamente las agrupaciones vegetales serán organizadas por formas de crecimiento y composición florística. Esta zona se caracteriza por la presencia de *Randia laetevirens*, *Caesalpinia bonduc*, *Crossopetalum uragoga*, *Chrysobalanus icaco*, etc.

Fig 2.

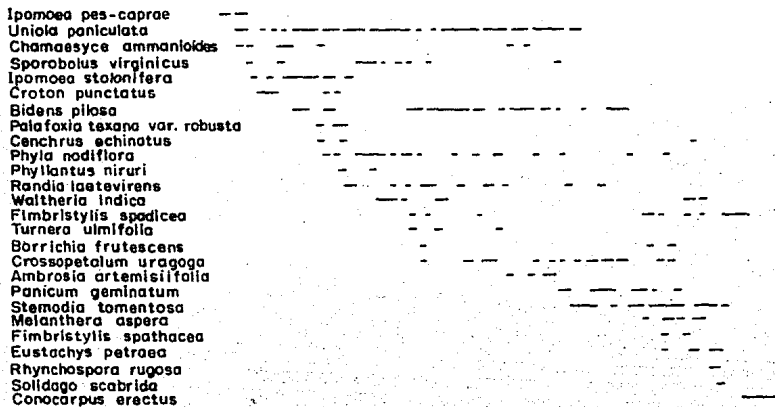
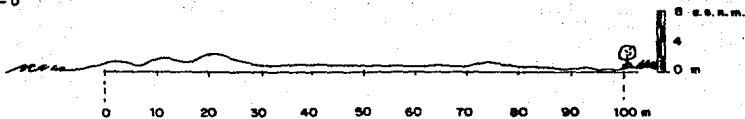
PERFIL DE VEGETACION (presencia-ausencia) BOCATOMA SUR



PERFIL DE VEGETACION (presencia-ausencia) BOCATOMA NORTE

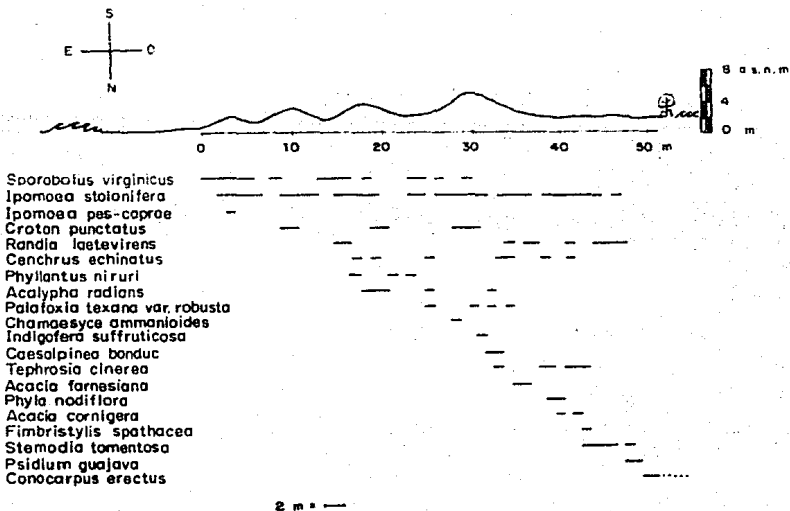


PERFIL DE VEGETACION (presencia - ausencia) BARRA CHAVARRIA

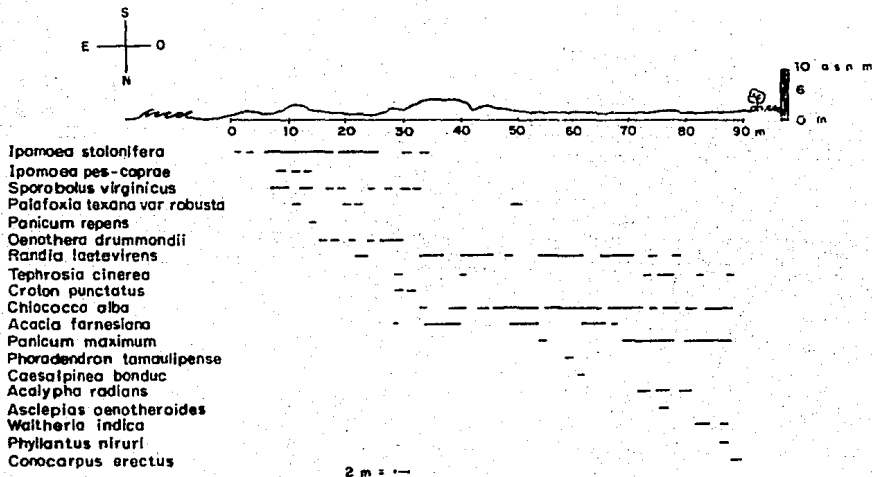


2 m = -

PERFIL DE VEGETACION (presencia- ausencia) BARRA DEL TORDO SUR



PERFIL DE VEGETACION (presencia- ausencia) BARRA DEL TORDO NORTE



6.2. Clasificación.

Los resultados de la clasificación de las agrupaciones centroides se resumen en una tabla sinóptica (tabla 1). Se obtuvieron siete grupos generales. Cada uno de los grupos se conforma por aquellas agrupaciones que presentan a una ó más especies constantes. Una especie constante es aquella que ocurre en todas las agrupaciones del grupo, es decir, dentro de la tabla sinóptica presenta el 100% de frecuencia para el grupo. Las especies constantes caracterizan y dan un aspecto fisonómico particular a los grupos.

Las agrupaciones que integran a cada uno de los grupos caracterizan a las poblaciones que crecen en un ambiente particular y que pueden distinguirse de la vegetación que las rodea.

En cada una de las agrupaciones aparecen una ó dos especies características que en la mayoría de los casos son dominantes en el primer nivel de clasificación por sus valores altos en la escala de cobertura-abundancia y por sus valores de más del 80% de frecuencia en ese mismo nivel (apéndice 1b).

Las especies acompañantes en cada agrupación presentan frecuencias entre el 50% - 70% en el primer nivel. Estas aparecen en la tabla sinóptica (tabla 1) con los valores transformados de 5-7 y las dominantes con valores de 8 y 9.

De los siete grupos, tres corresponden a vegetación pionera, dos a zona intermedia y dos a vegetación de matorral ó zona estabilizada.

En la tabla se puede observar un patrón de distribución florístico y estructural. Aparecen primero especies con formas de crecimiento herbáceo; rastrero, decumbente, erecto y amacollado; continúan dichas formas con subarbustos pequeños, finalizando con arbustos y árboles como formas dominantes. Así mismo, se observa que aumentan los rangos de cobertura y de altura. Con respecto a la cobertura externa van de 61.11 - 84.24 % para la vegetación pionera, 84.44 - 92.66% en la zona intermedia y 91.73 - 99.71% para la estabilizada.

Los rangos de altura máxima van desde 0.14- 0.85 m para pioneras, 0.43 - 1.00 m para el segundo caso, hasta 1.02 - 2.50 m para la parte de vegetación de matorral.

a) Grupos de vegetación pionera.

Las agrupaciones de vegetación pionera se dividen en tres grupos generales, Los dos primeros conteniendo una sola agrupación. El primero presenta a *Sesuvium portulacastrum* (No.de agrup.6) como especie constante y el segundo a *Cakile geniculata* (22) ambas especies en su agrupación presentan valores altos de frecuencia y una dominancia casi monoespecífica (ver apéndice 1b). Forman poblaciones aparte ya que aparecen en la parte más dinámica del sistema donde en ocasiones sube la marea alta, creciendo como manchones aislados; la diferencia estriba en que la agrupación de *Cakile geniculata* se restringe a Barra del Tordo en donde no aparece la agrupación de *Sesuvium portulacastrum*. El tercer grupo de pioneras corresponde a siete agrupaciones caracterizadas por la presencia de *Sporobolus virginicus*, *Croton punctatus* e *Ipomoea stolonifera* como especies constantes. Este grupo en general se distribuye desde la línea de marea alta hasta después del primer cordón de dunas. Estas agrupaciones crecen en dunas bajas (menos de 2m) y angostas que corren paralelas a la playa. Las coberturas más altas en este grupo corresponden a las agrupaciones en que aparecen especies como *Croton punctatus* ó *Chamaecrista chamaecristoides* que presentan forma de crecimiento subarborescente. Estos grupos presentan el mayor porcentaje de arena. Esta variable depende directamente de la cobertura vegetal, a mayor cobertura menor porcentaje de arena.

b) Grupos de vegetación de la zona intermedia.

Los grupos de vegetación de la zona intermedia se localizan entre 29-58m de distancia al mar. Cabe aclarar, que los valores de los rangos de distancia al mar se traslapan para las tres zonas debido a que el ancho de cada una de las tres zonas varía en cada uno de los diferentes sistemas de dunas estudiados.

Las agrupaciones que conforman a los grupos de esta zona aparecen en lugares generalmente planos, en hondonadas secas e inundables, en ocasiones formando amplios pastizales. Se obtuvieron tres grupos generales, uno en el que ocurren especies que se presentan en lugares con sustrato relativamente más húmedo y dos grupos en los que aparecen especies de lugares relativamente más secos. El primer grupo contiene seis agrupaciones en las que *Borrichia*

TABLA I.

TABLA SINOPTICA																							
ZONA	PIONERA											INTERMEDIA					ESTABILIZADA						
N.º. DE GRUPO	I	II	III SPOR-CROT-			IPON STOL			IV PANI- BORR- STEM					V	VI	VII RAND- CROT							
N.º. DE AGRUPACION	6	22	7	5	4	1	3	12	11	16	2	18	14	19	15	13	20	8	9	10	21	17	
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	9			3											1								
<i>Cakile glandulata</i>	9														1								
<i>Sporobolus virginicus</i>	2	4	9	5	3	5	2	4	6	1	2	4		1	2	1	1						
<i>Ipomoea pes- caprae</i>	3	3	6	9	4	3	2		5	1					1								
<i>Croton punctatus</i>			2	2	9	5	6	6	3	1	2	1	3			5	3	2	4	1		1	2
<i>Uniola paniculata</i>				2		9	3	3	3						6	1				2	1	2	
<i>Chamaecrista chamaecristoides</i>						3	9	2	3	2	4			3	2	5	1	2	2	1	1	1	
<i>Panicum geminatum</i>					1	1	1	9	1	2	2	6	2	3	7	6	1	1	1	1	2	1	
<i>Phyla nodiflora</i>						1	5		9	1	5	4	5	8	5	5	2	1	1	1	3	1	
<i>Borreria frutescens</i>					1				9	9	2	8	4	4	5	2	1	1	1	1	3	1	5
<i>Stemodia tomentosa</i>						1			1	2	9	2	2	2	2	5	1						
<i>Fimbristylis spadicea</i>									1	2	2	9	1	2	2	2					1	1	
<i>Acacia farnesiana</i>									1	1				9	9					1	1	1	
<i>Fimbristylis spathacea</i>									3	4	2			6									
<i>Solidago scabra</i>										2	2	2	2		7					1	1		7
<i>Palafoxia texana var. robusta</i>	2	1			1	1	4			1	4	2	1	5		9	6	2	3	1	1	6	1
<i>Tephrosia cinctera</i>										1	4	2	1			6	8	8	1	8	8	1	5
<i>Randia laetevirens</i>										5	2				1	2	3	9	6	1	8	8	5
<i>Caesalpinia bonduc</i>														2						9	1	9	5
<i>Chrysothamnus icaco</i>																							
<i>Psidium guajava</i>																							
<i>Hibiscus pernabucensis</i>																							
<i>Ipomoea stolonifera</i>		5	7	2	3	6	2	4	3		2					3	7	2	1	1	1	3	
<i>Chamaesyce amanioides</i>		2				1																	
<i>Oenothera drummondii</i>		1	6			1			2														
<i>Palafoxia Lindenii</i>					1		3			2	1	1	2		6	1	1						
<i>Amaranthus greggii</i>					1																		
<i>Pidens pilosa</i>						1				2	1									1	2	3	
<i>Waltheria indica</i>						1																	
<i>Chiococca alba</i>								2						1									
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>								1									3	2	1	4	2	2	
<i>Conocarpus erectus</i>									1														
<i>Cyperus articulatus</i>											1	1			2	5	1						
<i>Crossopetalum uragoga</i>												1											
<i>Panicum maximum</i>										1										2	1	1	6
<i>Erythroxylum aciculatum</i>										2				1						1	1	1	2
<i>Acacia cornigera</i>																	1	1	1	1	1	6	3
<i>Acalypha radicans</i>										2	1						6	1	1	1	1	1	3
<i>Cenchrus echinatus</i>										1	1						3						
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>										1				1									
<i>Panicum repens</i>										1													
<i>Rhynchospora rugosa</i>															4								
<i>Bacopa monnieri</i>															5	1							
<i>Especie 539</i>															2	1							
<i>Cyperus ligularis</i>																							
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>																							
<i>Turnera ulmifolia</i>													1										
<i>Iva asperifolia</i>														2									
<i>Paronychia mexicana</i>														1									
<i>Indigofera suffruticosa</i>															1								
<i>Heliotropium curassavicum</i>															1								1
<i>Paspalum setaceum</i>															1								
<i>Eleocharis glandulata</i>															1								
No. LEVANTAMIENTOS	16	9	58	43	90	66	72	15	36	14	25	30	22	14	9	27	16	81	27	17	8	4	
TOTAL DE ESPECIES	8	7	23	19	30	30	40	25	31	20	38	35	30	24	20	33	23	48	34	27	12	7	
No. SITIOS	3	1	4	5	5	3	4	4	4	4	5	3	4	2	2	5	2	5	4	3	1	1	
FORMA DE CRECIMIENTO	hd	he	he	hr	sa	ha	sa	he	hr	he	hr	har	ar	he	he	hr	ar	be	arb	arb	arb	arb	
DISTANCIA	14.06	20.89	23.59	21.01	23.77	19.99	39.19	28.79	59.05	98.07	58.52	26.36	52.74	40.73	24.35	32.75	38.40	92.97	53.57	70.35	52.25	25.50	
A. S. N. H.	1.40	0.56	1.06	1.06	1.18	1.58	1.89	1.92	1.40	1.32	1.72	0.89	1.05	0.65	1.00	1.29	1.56	1.47	1.03	0.96	0.64	0.88	
MANTO FREATICO	0.37	0.0	0.95	0.98	1.42	1.16	1.65	1.97	0.90	0.95	0.99	0.49	1.24	0.60	1.19	1.23	1.25	1.19	1.17	0.75	1.00	0.40	
X DE ARENA	4.11	42.00	36.00	18.32	11.89	22.61	15.16	14.00	24.32	14.82	16.97	15.00	7.00	20.00	20.00	19.56	14.88	9.95	5.71	0.00	2.10	25.33	
Z PENDIENTE	17.22	35.00	31.01	14.00	24.56	11.50	19.38	34.00	13.75	5.00	15.05	5.0	10.00	6.00	15.00	12.14	15.00	26.36	15.00	5.00	5.00	5.00	
COBERTURA EXTERNA	61.23	61.11	61.26	70.11	60.10	80.40	83.57	89.21	83.49	82.21	88.02	66	89.59	90.91	84.00	86.34	85.00	91.73	93.91	93.71	97.50	97.50	
COBERTURA INTERNA	98.18	91.22	56.25	52.21	65.69	66.00	71.44	71.07	67.57	60.36	74.80	82.00	78.19	80.91	72.71	72.68	75.63	81.15	81.67	95.06	92.38	91.45	
ALTURA MAXIMA DE VEGETACION	0.14	0.14	0.21	0.19	0.37	0.85	0.44	0.46	0.26	1.00	0.45	0.80	0.50	0.81	0.73	0.93	0.49	1.02	1.07	1.35	1.43	2.50	
ALTURA MINIMA DE VEGETACION	0.05	0.06	0.11	0.07	0.18	0.25	0.16	0.37	0.07	0.40	0.21	0.39	0.21	0.17	0.26	0.19	0.14	0.59	0.44	0.80	1.50	0.93	
ESTRUC	1.94	1.93	3.98	3.21	3.71	5.14	4.47	4.98	5.00	4.43	7.88	6.27	5.48	6.49	5.89	5.43	6.63	5.06	5.47	5.71	5.13	3.75	

Clave de formas de crecimiento.

ha= herbácea anacollada.

har= herbácea arrosotada.

hd= herbácea decumbente.

he= herbácea erecta.

hr= herbácea rastrera.

sa= subarborescente.

ar= arbusto.

be= bejuco.

arb= árbol.

frutescens, *Stemodia tomentosa* y *Panicum geminatum* aparecen como especies constantes del grupo. Las formas de crecimiento más importantes en estas agrupaciones es la herbácea erecta y amacollada que le da el aspecto de pastizal ó pradera a esta zona. Este grupo integra a las agrupaciones que contienen especies características de sustrato húmedo como es el caso de *Cyperus articulatus*, *Phyla nodiflora*, *Fimbristylis spathacea*, entre otras.

Hay que destacar dentro de este grupo a la agrupación 14 en la que domina *Acacia farnesiana*; esta especie arbustiva generalmente forma parte del matorral pero en la zona de estudio, aparece de manera importante como manchones de la zona intermedia.

Los otros dos grupos se componen cada uno de una agrupación. En los resultados de la clasificación numérica aparecen como un solo grupo; se decidió separarlos por las diferencias en su composición florística. El grupo de *Palafoxia texana* var. *robusta* es un grupo de amplia distribución en la zona de estudio. El segundo grupo con *Tephrosia cinerea* se restringe a dos sitios de la zona de estudio. Estos dos grupos aparecen en planos ondulados con sustrato más seco.

c) Grupos de la zona estabilizada.

En la clasificación se obtuvieron dos grupos para la zona de estudio. El primero presenta como especie constante a *Randia laetevirens*. Como se observa en la tabla no solo es constante sino dominante presentando valores altos en la escala de cobertura-abundancia (apéndice 1b); junto a la especie dominante aparece *Croton punctatus* como constante pero con valores bajos, entre 10 y 40% de frecuencia. *Randia laetevirens* caracteriza a los matorrales de dunas en el sur de Tamaulipas. Este grupo aparece en un rango de distancia al mar que va de los 42 a los 70m en promedio. El grupo se presenta en planos ondulados con sustrato seco y compacto.

El segundo grupo presenta a *Hibiscus pernabucensis* y *Solidago scabrida* como especies constantes. Este grupo solo aparece en Barra Chavarría Sur en donde el matorral se encontraba muy cerca de la línea de marea alta debido a que el sistema estaba erosionado por el mar.

El matorral presenta cuatro estratos; herbáceo (0-1m), subarbus-
tivo (0- 0.5m), arbustivo (0-1.02m) y arbóreo (0-2.5m), siendo
los dos últimos los dominantes.

Hay que notar que en el matorral vuelve a ocurrir *Ipomoea*
stolonifera la cuál aparece en las zonas sombreadas, aprovechando
la cobertura generada por especies como *Chrysobalanus icaco*,
Psidium guajava, *Hibiscus pernabucensis* y *Randia laetevirens*

En la zona de estudio es frecuente que manchones de *Randia laete-
virens*, *Caesalpineia bonduc* y *Panicum maximum* se internen en la
zona intermedia.

6.3. Ordenación.

Los resultados obtenidos de la ordenación por promediación recíproca para los ejes principales de variación (ejes 1 y 2) de las 22 agrupaciones se presentan en la fig.3. Ahí se puede observar la separación de los grupos generales así como de las agrupaciones. Barriando la gráfica de derecha a izquierda sobre el eje 1 se observan los grupos de vegetación pionera en el lado derecho, continuando con los grupos de la zona intermedia y estabilizada en el izquierdo.

El eje 1 representa un patrón de distribución florístico y estructural igual al discutido en la parte de clasificación. Sobre el eje dos, de arriba hacia abajo, tenemos un gradiente de humedad, determinado por la composición florística de las agrupaciones de los grupos IV (*Borrichia - Stenodia - Panicum*) y VIII (*Randia*). Aparecen en el extremo superior del eje dos las agrupaciones del grupo IV de la zona intermedia con especies propias de zonas inundables. En la parte inferior de la gráfica las agrupaciones de la zona estabilizada pertenecientes al grupo VII que crecen donde no hay hábitats inundables. Las agrupaciones 13, 20, y 16 de la zona intermedia se localizan en el cuadrante inferior izquierdo probablemente porque presentan en su composición florística a *Randia laetevirens*.

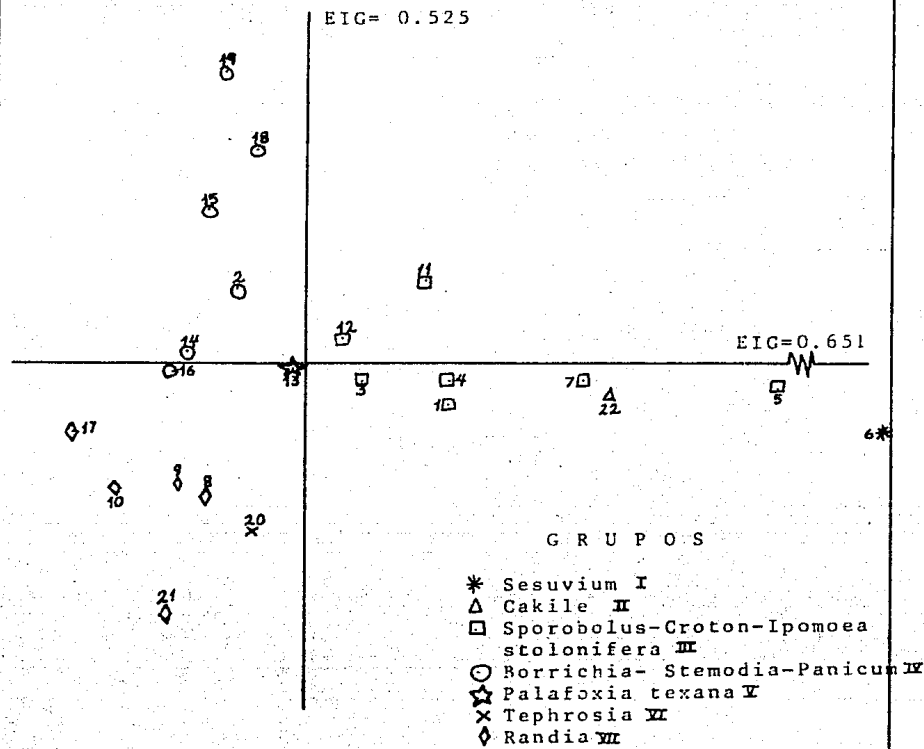
Las agrupaciones del cuadrante superior izquierdo (No. 2, 15, 18 y 19) pertenecientes al grupo IV de *Borrichia - Stenodia - Panicum* presentan especies que crecen en sustratos relativamente más húmedos como *Phyla nodiflora*, *Cyperus articulatus* y *Fimbristylis spadiacea* entre otras.

En la parte inferior izquierda de la gráfica aparecen las agrupaciones que contienen especies que crecen en sustrato relativamente más seco, tanto de la zona intermedia como de zona estabilizada. Corresponden a los grupos V, *Palafoxia texana* var. *robusta*; VI, *Tephrosia* y VII, *Randia*.

La agrupación 10 de *Chrysobalanus icaco* ocupa las partes más cercanas al manglar e *Hibiscus pernabucensis* (17) aparece cerca del mar. Esto sugiere un probable gradiente de salinidad que va del cuadrante inferior izquierdo al superior derecho.

Fig. 3

ORDENACION DE AGRUPACIONES CENTROIDES (RA)



En la fig. 4 se presenta la ordenación para las especies centroides. Aquí se vuelve a observar el patrón de distribución florístico y estructural mencionado antes. Del lado derecho aparecen las especies de la zona más cercana al mar (pioneras) con forma de crecimiento herbáceo rastrero, decumbente y erecto en donde domina el estrato herbáceo y en el lado izquierdo inferior las especies que conforman el arbustivo y arbóreo fundamentalmente. En el cuadrante superior izquierdo aparecen las especies que ocupan las partes húmedas del sistema de dunas.

Sobre la gráfica de ordenación de muestras centroides se superpusieron los valores promedio y rangos de los factores ambientales registrados (ver parte inferior de la tabla 1) sin obtener resultados claros por lo que no se presentan en este trabajo.

ORDENACION
DE ESPECIES
CENTROIDES
(RA)

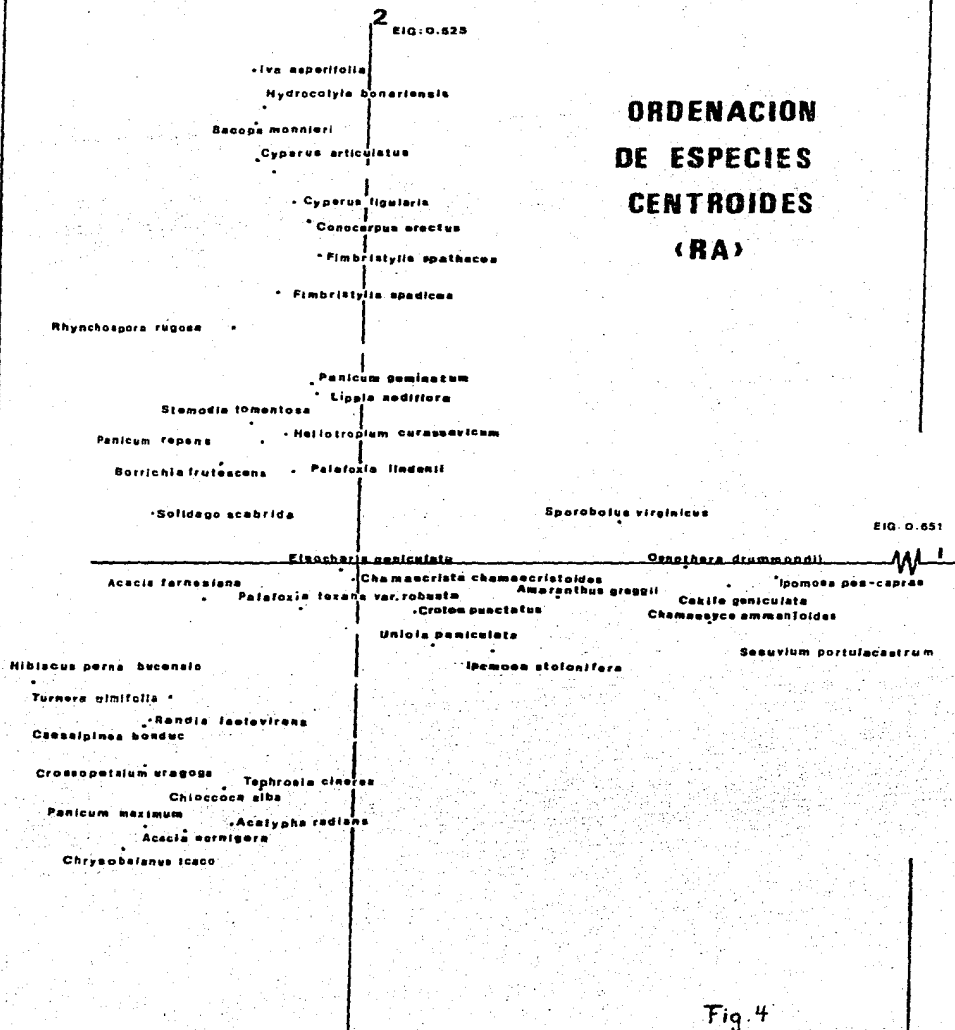


Fig. 4

6.4. Descripción particular de grupos y agrupaciones.

En la tabla 2 se presenta un resumen de los grupos y agrupaciones obtenidos de la clasificación numérica. La descripción más detallada se encuentra en el apéndice 2.

En la tabla se puede observar a las especies características con más de 80% de frecuencia y entre el 30 y el 50% de frecuencia a las acompañantes.

Dentro de las columnas aparece el no. de agrupación y zona, el número de levantamientos y el número de especies totales que contienen cada una de las agrupaciones.

La forma de crecimiento dominante considera a herbáceas decumbentes (hd); erectas (he); rastreras (hr) y amacolladas (ha); subarbustos (sa); arbustos (a); árboles (arb); bejucos (be).

La topografía dentro de cada agrupación se refiere a la topografía presente en los levantamientos considerados. Las abreviaciones son: pendiente (pe); plano (pl); montículo (mo); cima de duna (ci); hondonada (ho); hondonada húmeda (hh).

Los grados y orientación son de las pendientes registradas en los levantamientos, la distancia al mar es la distancia en la que se realizaron los levantamientos.

Las columnas de cobertura externa y altura máxima se refieren a la vegetación.

TABLA 2. DESCRIPCION DE LAS AGRUPACIONES CARACTERISTICAS.

No. ACURUP	ZONA	ESPECIES CARACTERISTICAS (fr.)	ESPECIES ACOMPAÑANTES (fr.)	FOR. CREC.	TOPOGRAFIA	GRADOS	ORIENTACION	COB. EXT.	ALT. MAX.	TEMP. MA.
6 L=16	P E=8	Sesuvium portulacastrum (100%)		hd	pe, pl	5-45	E, NE, W, S	15-90	0.05-0.50	4-50
22 L=9	P E=7	Cakile geniculata (100%)	Ipomoea stolonifera (55.56%)	he	pl, ci, pe.	25-45	W, E, NE	30-70	0.12-0.70	5-50
7 L=58	P E=23	Sporobolus virginicus (91.38%)	Ipomoea pes-caprae (63.79%) Oenothera drummondii (63.79%)	he	pe, mo, pl, ci.	5-45	E, W, SE, NW	30-100	0.05-1.5	6-90
5 L=43	P E=19	Ipomoea pes-caprae (97.67%)	Sporobolus virginicus (55.81%)	hr	ci, pe, pl, mo	5-35	W, SW, E.	5-100	0.05-0.50	1-80
4 L=90	P E=30	Croton punctatus (98.89%)		sa	pl, mo, ci, pe	5-55	E, W, SW, NE, N	60-100	0.05-1.5	1.5-100
1 L=66	P E=30	Uniola paniculata (100%)	Ipomoea stolonifera (68.18%) Sporobolus virginicus (54.55%) Croton punctatus (50.00%)	ha	pl, ci, mo, pe	5-45	NE, W, E, SE	20-100	0.30-1.80	2.5-80
3 L=72	P E=40	Chamaecrista chamaecristoides (100%)	Croton punctatus (66.67%)	sa	pl, mo, pe, ci	5-55	E, S, W, NE, SW, NW	40-100	0.06-1.5	1-100
12 L=15	P E=25	Panicum geminatum (100%)	Croton punctatus (66.67%)	he	pe, pl, ci	5-65	W, SW, E	60-100	0.30-1.5	8-90
11 L=36	P E=31	Phyla nodiflora (100%)	Sporobolus virginicus (63.89%) Ipomoea pes-caprae (52.78%)	hr	pl, pe	2-15	S, W, E, EW, NW, N	70-95	0.03-0.80	21-100
16 L=14	I E=20	Borrighia frutescens (100%)	Randia laetevirens (50.00%)	he	pl, mo, pe	5	W	85-100	0.10-2.00	8-100
2 L=25	I E=38	Stemodia tomentosa (100%)	Phyla nodiflora (52.00%)	hr	pl, pe, ci	55	W	80-100	0.05-1.50	23-103
18 L=30	I E=35	Fimbristylis spadiacea (100%) Borrighia frutescens (86.67%)	Panicum geminatum (63.33%)	har	pl, mo, pe.	0.5	W	70-100	0.60-1.00	1.5-100
14 L=22	I E=30	Acacia farnesiana (100%)	Phyla nodiflora (50.00%)	ar	pl, pe, hh	5-15	W	70-100	0.15-1.50	11-90
19 L=14	I E=24	Fimbristylis spathacea (64.29%) Phyla nodiflora (85.71%) Panicum geminatum (71.43%)	Bacopa monnieri (50.00%) Cyperus articulatus (57.14%) Hydrocotyle bonariensis (57.14%) Palafoxia texana var. robusta (50.00%)	ha	pl, pe	5	E	70-100	0.05-1.00	2-70
15 L=9	I E=20	Solidago scabrida (77.78%)	Palafoxia lindeni (66.67%) Panicum geminatum (66.67%) Phyla nodiflora (55.56%) Stemodia tomentosa (55.56%) Borrighia frutescens (55.56%)	he	pl, pe	0.5-25	W	70-100	0.20-1.50	1.3-50
13 L=27	I E=33	Palafoxia texana var. robusta (100%)	Chamaecrista chamaecristoides (55.56%) Croton punctatus (59.26%)	he	mo, pl, pe.	5-45	W, NW, S.	70-100	0.10-1.00	2-80
20 L=16	I E=23	Tephrosia cinerea (81.25%) Ipomoea stolonifera (75.00%)	Acalypha radians (68.75%) Palafoxia texana var. robusta (68.75%)	hr	pe, pl	5-45	W, E	60-100	0.10-1.80	18-50
8 L=81	ES E=48	Randia laetevirens (100%)		ar	pl, pe, mo, ho	5-45	W, SW, E	70-100	0.20-3.00	6-100
9 L=27	ES E=34	Caesalpinia bonduc (100%)	Randia laetevirens (66.67%)	bejuco	pl, pe, ho	5-25	W	70-100	0.60-4.50	20-100
10 L=17	ES E=27	Chrysobalanus icaco (100%) Randia laetevirens (88.24%)		arb	pl, ho, pe	5	SW	95-100	0.80-2.00	40-100
21 L=8	ES E=12	Peidium guajava (87.50%) Randia laetevirens (87.50%)	Acacia cornigera (62.50%) Palafoxia texana var. robusta (62.50%) Panicum maximum (62.50%)	arb	pl			90-100	1.00-1.80	30-90
17 L=4	ES E=7	Hibiscus pernabucensis (100%)	Borrighia frutescens (50.00%) Caesalpinia bonduc (50.00%) Randia laetevirens (50.00%)	arb	pl-pe	0.05	W	95-100	2.0-3.0 m	20-30

Clave de formas de crecimiento:

ha= herbácea amacollada.
har= herbácea arrossetada.
hd= herbácea decumbente.
he= herbácea erecta.
hr= herbácea rastrera.
sa= subarbutoso.
ar= arbutoso.
be= bejuco.
arb= árbol.

6.5. Análisis edafológico.

Antes de comenzar este apartado, hay que mencionar los problemas en el análisis químico de suelos, ya que tienen relación directa con los resultados.

Se presentaron dos problemas importantes, el primero en la determinación de carbonatos y el segundo en la determinación de fósforo asimilable.

La determinación inicial de carbonatos y bicarbonatos por titulación con ácido sulfúrico (Raitemeier, 1943 en Jackson, 1976) fue positiva para bicarbonatos pero no para carbonatos. Esto no era coherente. Después de investigar porque no se obtenían carbonatos, se concluyó que lo que pasaba era que la prueba no era sensible a los carbonatos disueltos en la arena porque estos se detectan a partir de un $\text{pH} \approx 8.4$ (Navarro, UNAM, com. pers.), y los valores registrados de pH en las arenas caen en el rango de 7.62 - 8.69. Solo tres muestras de las 19 quedan arriba del valor mencionado y no se obtuvo resultado. A partir de lo anterior, se decidió buscar una prueba sensible a carbonatos en arena. Se eligió el método de determinación de carbonatos de acuerdo con Dean (1974), obteniéndose resultados positivos.

La determinación de fósforo asimilable se realizó por el método de Olsen, et. al. (1954 en Jackson, 1976). No se obtuvieron resultados. El método se basa en el principio de involucrar la formación del ácido molibdofosfórico, el cual está reducido a un complejo coloreado intensamente, el azul de molibdeno, por el cloruro estanoso. La concentración mínima detectable es de 3 g/l de fósforo. La sensibilidad a 50% de transmitancia es de alrededor de 10 g/l por 1% de cambio en la transmitancia. La curva patrón se construyó en un intervalo de concentración de fósforo de 0.002 mg/l (2 g/l) a 0.024 mg/l (24 g/l) y la absorbancia registrada fue de 0.002 a 0.42.

La prueba se repitió dos veces obteniendo como resultado, cero. Para tener una tercera confirmación de la ausencia de fósforo en las muestras se realizó lo siguiente:

- 1) Se tomaron al azar dos muestras.
- 2) A una de ellas, se le agregó un poco de la solución patrón de fosfatos y la otra se dejó como estaba.

3) Se realizó la prueba y se obtuvo que la muestra con solución patrón de fosfatos reaccionó positivamente y la otra negativamente de donde se concluyó que no había fósforo en las muestras.

Se consideró que el método no era el adecuado, como sucedió en el caso de la determinación de carbonatos ó que sí los hay, estos se encuentran en concentraciones menores a $2 \mu\text{g/l}$.

Los resultados del análisis edafológico se presentan en la tabla 3. Los datos se agruparon por zonas: pioneras, intermedia y estabilizada. En la tabla se puede observar que el pH baja en la zona estabilizada. Este factor se ve afectado por la aspersión salina y de ahí su relación con la distancia al mar. Dentro del sistema de dunas tenemos suelos salinos en las partes cercanas al mar y más ácidos hacia el matorral.

Para los otros elementos obtenidos de las técnicas en disolución no se observa un posible patrón de variación continuo. Hay valores que se disparan, por ejemplo los valores de Ca (2.4) en la muestra 166; en las muestras 157 y 160, en las 171 y 170. Sucede lo mismo con el Mg y los bicarbonatos. Para el Cl, la muestra 160 tiene una diferencia importante. En el sodio, potasio y sulfatos las cantidades son pequeñas y es difícil observar las diferencias.

Estas arenas presentan un porcentaje de humedad bajo, de 2.7 a 16.0% y también se observa una variación similar a los elementos mencionados antes. No se encontró fósforo asimilable.

Con respecto a los carbonatos, en la tabla aparecen tres columnas debido a que se utilizaron dos métodos de determinación directos y uno indirecto.

Para la materia orgánica se presentan dos columnas porque en el método de determinación de carbonatos por ignición también se determina % de MO. Los resultados de estos dos elementos se mantuvieron porque se consideró importante la discusión de la metodología empleada en su determinación. La discusión se realiza después.

El porcentaje de materia orgánica (%MO) en estas arenas es bajo no sobrepasando el valor de 5.67%. El porcentaje obtenido de carbonatos por ignición va del 2.3% al 62.18% y con solución de HCL al 30%, del 6.8% al 68.95%. Aquí también hay diferencias

TABLA 3 : RESULTADOS EDAFOLÓGICOS

PIONERAS			TECNICAS EN DISOLUCION											TEXTURA : % en peso										en HCI		IGNICION	
SITIO	No. MUESTRA	DIST. AL MAR	m s s / l											M.O. %	NUM. %	TEXTOS		ARENA					LODO	RI %	CaCO ₃ %	M.O. %	CaCO ₃ %
			PH	Ca	Mg	CaCO ₃	HCO ₃	Cl	Na	K	SO ₄	P	LIBRE			GRAVA	mm	mm	mm	mm	mm	mm					
I BOSU	155	10	8.6	1.0	2.6	0	1.0	5.6	0.12	0.005	0.0046	0	0.62	4.7	0.00	0.03	2.91	33.17	32.32	30.70	1.34	0.03	31.58	68.42	2.21	46.11	
II BOND	156	5	8.4	0.8	2.4	0	2.6	2.5	0.05	0.006	0.0097	0	0.72	3.1	0.44	0.00	0.29	2.28	15.79	75.68	5.87	0.09	32.08	17.92	1.61	5.66	
III BOND	158	15	8.0	1.8	1.9	0	2.2	1.4	0.11	0.006	0.0094	0	0.59	2.7	2.30	0.17	0.95	4.33	18.02	72.08	4.21	0.24	27.59	22.41	5.67	15.52	
IV CHAN	168	5	8.0	0.8	2.2	0	1.0	2.5	0.04	0.004	0.0070	0	0.62	4.5	0.00	0.00	0.03	0.24	86.66	12.36	0.08	33.20	6.80	1.60	5.8		
V BATO	162	3	8.1	0.6	1.9	0	1.2	1.8	0.14	0.001	0.0069	0	0.62	10.8	0.00	0.00	0.01	0.14	4.76	97.49	7.35	0.05	31.43	8.07	0.75	3.27	
V BATO	161	5	8.5	0.6	1.9	0	1.0	1.4	0.14	0.003	0.0070	0	0.62	3.3	0.00	0.21	0.30	3.56	27.81	66.76	1.34	0.02	33.69	26.31	1.23	18.42	
V BATO	166	20	7.9	2.4	2.2	0	3.0	0.6	0.05	0.004	0.0091	0	1.34	3.7	0.90	0.81	1.94	3.73	15.02	67.94	7.10	0.57	24.22	25.78	4.09	4.39	
V BATO	164	22	8.1	1.0	2.2	0	2.0	0.9	0.05	0.004	0.0095	0	0.69	3.0	1.88	0.24	0.19	3.35	13.96	77.38	4.80	0.08	31.12	18.80	1.74	14.75	

INTERMEDIA			TECNICAS EN DISOLUCION											TEXTURA : % en peso										en HCI		IGNICION	
SITIO	No. MUESTRA	DIST. AL MAR	m s s / l											M.O. %	NUM. %	TEXTOS		ARENA					LODO	RI %	CaCO ₃ %	M.O. %	CaCO ₃ %
			PH	Ca	Mg	CaCO ₃	HCO ₃	Cl	Na	K	SO ₄	P	LIBRE			GRAVA	mm	mm	mm	mm	mm	mm					
I BOSU	157	30	8.4	2.2	2.6	0	3.2	6.3	0.11	0.004	0.0090	0	0.59	9.6	0.08	0.26	5.93	32.39	31.47	28.47	1.33	0.16	31.05	68.95	3.29	62.18	
II BOSU	160	105	7.9	6.2	7.6	0	6.4	19.3	0.16	0.009	0.0004	0	2.02	5.4	1.58	0.52	6.02	12.88	23.96	52.12	3.45	1.04	63.38	36.62	8.67	45.80	
III BOND	154	40	7.7	2.0	1.9	0	3.2	1.1	0.07	0.004	0.0089	0	1.13	3.5	2.11	0.10	5.23	14.15	22.53	53.06	4.62	0.32	27.73	42.27	3.57	8.23	
IV CHAN	172	20	8.1	1.8	2.9	0	2.0	0.7	0.07	0.006	0.0089	0	0.89	3.4	0.91	0.02	1.01	5.98	15.94	71.28	5.22	0.55	25.15	24.85	2.32	27.61	
IV CHAN	159	50	7.6	3.0	4.4	0	3.0	0.6	0.04	0.008	0.0094	0	1.85	3.3	0.70	0.24	1.13	2.54	6.37	82.05	6.84	0.81	34.26	10.74	3.23	2.3	

ESTABILIZADA			TECNICAS EN DISOLUCION											TEXTURA : % en peso										en HCI		IGNICION	
SITIO	No. MUESTRA	DIST. AL MAR	m s s / l											M.O. %	NUM. %	TEXTOS		ARENA					LODO	RI %	CaCO ₃ %	M.O. %	CaCO ₃ %
			PH	Ca	Mg	CaCO ₃	HCO ₃	Cl	Na	K	SO ₄	P	LIBRE			GRAVA	mm	mm	mm	mm	mm	mm					
II BOND	159	45	8.7	1.0	3.2	0	1.4	5.4	0.11	0.006	0.0097	0	0.96	9.1	0.36	0.00	1.62	11.16	31.62	54.46	2.12	0.03	63.31	36.69	2.99	45.59	
III CHAS	171	100	7.9	4.2	0.6	0	2.6	0.7	0.05	0.006	0.0090	0	1.10	0.0	0.97	0.04	1.24	7.92	13.68	68.46	7.97	0.70	73.22	26.68	4.36	20.25	
IV CHAN	170	100	7.8	2.0	2.9	0	3.8	3.7	0.05	0.006	0.0071	0	1.34	3.6	1.37	0.34	2.80	5.06	7.62	72.64	10.30	1.25	80.84	19.16	4.19	41.07	
V BATO	165	50	7.9	2.2	1.9	0	3.2	0.6	0.05	0.008	0.0086	0	0.96	2.5	3.39	0.00	0.23	1.39	7.53	81.02	9.46	0.36	24.40	10.60	2.57	11.50	
V BATO	167	50	7.8	2.6	2.2	0	3.2	0.7	0.06	0.008	0.0090	0	1.47	16.1	4.67	0.10	1.78	7.61	15.91	65.64	8.06	0.90	75.64	24.36	4.25	3.18	
V BATO	163	75	7.9	2.2	1.6	0	2.8	0.6	0.05	0.004	0.0096	0	1.27	2.4	1.68	0.29	2.80	14.71	15.46	50.97	7.31	0.46	62.59	37.46	6.18	14.16	

importantes. Por ejemplo, en la columna de % de CaCO_3 por ignición la muestra 154 de Bocatoma Norte (sitio II), a una distancia del mar de 40m tiene un porcentaje de 8.27 y la muestra 159 del mismo sitio, 5m más lejos del mar tiene un porcentaje de 45.59.

En la textura de arenas se utilizó la moda como medida apropiada para indicar la tendencia de concentración de tamaños. Esta medida cae en las arenas finas (0.25 mm) excepto en dos casos (muestras 155 y 157) que presentan el valor más frecuente en las arenas gruesas (2 mm). Las dos muestras pertenecen al sitio I, Bocatoma sur.

En la determinación de textura se obtuvo también el porcentaje de restos de materia orgánica mayor de 2mm. Este valor es una indicación de que porcentaje de materia orgánica será incorporado al suelo. Se puede observar en la tabla 3 que es muy bajo (de 0.00 a 5.97 mg/Kg de suelo).

Los residuos insolubles al HCL pueden considerarse como una medida aproximada del porcentaje de cuarzo en estas arenas. Este porcentaje presenta un rango del 31.05% al 93.20%.

Debido a que las diferencias en la tabla de resultados no son claras para los elementos Ca, Mg, HCO_3 , Cl, Na, SO_4 , %Hum, se decidió aplicar la prueba estadística H de Kruskal - Wallis como alternativa al análisis de varianza para muestras independientes. La decisión de utilizar dicha prueba estuvo en función del número de muestras y del desconocimiento de su distribución estadística, así como el de tener una medida cuantitativa de las posibles diferencias.

Los datos se arreglaron de acuerdo a la zonación, y con respecto a esto, después del análisis se obtuvo que solo tres elementos difieren significativamente en sus tendencias centrales, estos son: el Ca con una probabilidad de 0.05, el pH y el %MD con una probabilidad de 0.1. En todos los demás casos no hay diferencias con respecto a la zonación (pioneras, intermedia y estabilizada). Como en el caso del análisis de varianza esta prueba solo indica cuando se rechaza la hipótesis nula y que las tendencias centrales no son iguales, pero no indica si esto es porque todas son distintas, porque una destaca del resto, etc.

Por otra parte, se realizaron las siguientes correlaciones:

1) Con el objetivo de determinar la relación existente entre los carbonatos y los diferentes tamaños de arena, se realizó una prueba de correlación, considerando a los carbonatos como la variable independiente y a cada uno de los tamaños como dependientes. Se presentan las gráficas de regresión lineal para los tamaños que resultaron con una correlación significativa (Fig. 5). Los tamaños grueso y mediano (2 y 1 mm) se correlacionaron positivamente y los fino y muy fino (0.25 y 0.125 mm) negativamente. Los valores de los coeficientes de correlación fueron 0.70 y 0.65 en los casos positivos y -0.71 y -0.54 en los negativos.

2) Dentro de los problemas importantes en este trabajo se encuentra la determinación de carbonatos. Se realizó una correlación entre el porcentaje obtenido por disolución con ácido y el obtenido como pérdida de peso por ignición. Con la técnica normal utilizada en los análisis edafológicos no se obtuvo resultado. Se presenta la gráfica de correlación y el valor de regresión lineal para % de carbonatos y % de MO obtenidos con las técnicas mencionadas antes (Fig.6). El índice de correlación y la significancia en ambos es alta. Sin embargo los valores de porcentaje de carbonatos con dilución con ácido son más altos (ver tabla 3). Esto se debe de acuerdo con Dean (1974) a que en esta técnica, usada comúnmente, se asume incorrectamente que el peso perdido se debe a una solución de carbonatos, cuando lo que sucede es que también se disuelven otros componentes.

3) Con el objeto de determinar la relación existente entre el gradiente florístico y estructural obtenido de la clasificación y la ordenación, y los parámetros edáficos considerados, se realizó una correlación en la cuál, los ejes de ordenación RA1 y RA2 son las variables independientes y los elementos edáficos las variables dependientes. Los resultados se presentan en la tabla 4. Se puede observar que en general los índices de correlación son moderados con un rango de -0.30 a 0.55 con probabilidades mayores a 0.01, que nos da una significancia mayor al 90% de confianza.

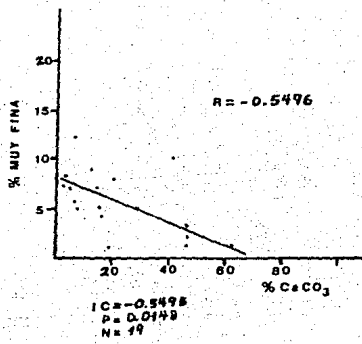
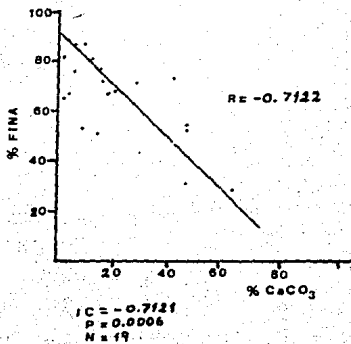
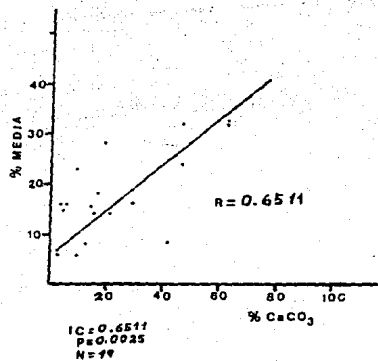
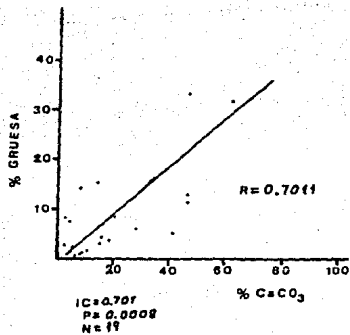


FIG. 5 GRÁFICAS DE REGRESIÓN LINEAL ENTRE EL PORCENTAJE DE CARBONATOS Y LOS DIFERENTES TAMAÑOS DE ARENA.

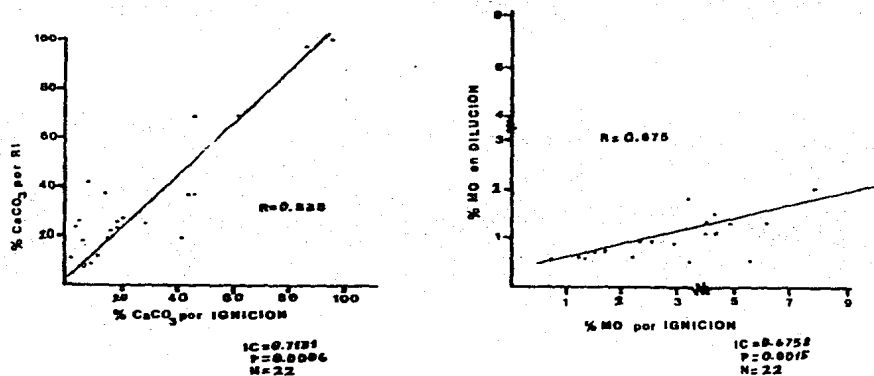


FIG. 6 Correlación entre las metodologías empleadas en la determinación de CaCO₃ y MO.

Finalmente se sobrepusieron los valores de las variables edáficas que resultaron con correlación significativa, en cada uno de los perfiles con el objeto de ver si presentaban alguna diferencia notable con las zonas topográficas del sistema de dunas.

En las gráficas de distribución de variables edáficas (Fig.7) se puede observar lo siguiente; el % de MO aumenta hacia el manglar y el % de restos de materia orgánica tiende a aumentar. En las zonas cercanas a la playa, ó no hay ó el valor es muy bajo (0.04%). El porcentaje de carbonatos presenta una distribución discontinua. Con respecto al Ca hay una probable tendencia a aumentar en las zonas lejanas al mar. Pasa lo mismo con los bicarbonatos.

Los siguientes elementos también presentan distribución discontinua con respecto a la topografía; K, Cl, SO₄, Mg.

Para el sodio, gráficamente no queda clara su distribución. Con respecto al % de Hum., aunque presenta correlación significativa, parece aumentar en las hondonadas ó planos lejanos al mar (ver perfil I, II, IV del elemento).

Se graficó también el pH aunque como en el caso anterior no presentó correlación, sin embargo, en general, gráficamente queda clara su disminución al llegar al matorral.

En general, no se observa claramente alguna preferencia de los elementos a alguna zona topográfica en particular. Hay algunos

datos en algunos perfiles que podrían sugerir alguna preferencia; por ejemplo, hay tres valores de carbonatos que se presentan en planos después de los cordones de dunas que se encuentran enfrente del mar. Lo anterior sugeriría zonas de evaporación en las cuales se presenta una concentración de sales.

TABLA 4. CORRELACION ENTRE LOS EJES DE ORDENACION Y ALGUNAS VARIABLES EDIFICAS.

EJE	BA1	BA2
Ca N = 19	IC = -0.42211 P = 0.0718	
HCO ₃ N = 19	IC = -0.50762 P = 0.0265	
K N = 19	IC = -0.61613 P = 0.0050	
% NO IGNITION N = 19	IC = -0.42788 P = 0.0676	
% NO LESA N = 19	IC = -0.39549 P = 0.0937	IC = 0.46745 P = 0.0436
Na N = 19	IC = 0.41872 P = 0.0744	IC = -0.49328 P = 0.0319
Cl N = 19		IC = -0.48569 P = 0.0350
Mg N = 19		IC = -0.47728 P = 0.0388
SO ₄ N = 19		IC = 0.55358 P = 0.0139
CaCO ₃ IGNITION N = 19		IC = -0.40804 P = 0.0829

FIG. 7. CUADROS DE DISTRIBUCION DE VARIABLES EDAFICAS

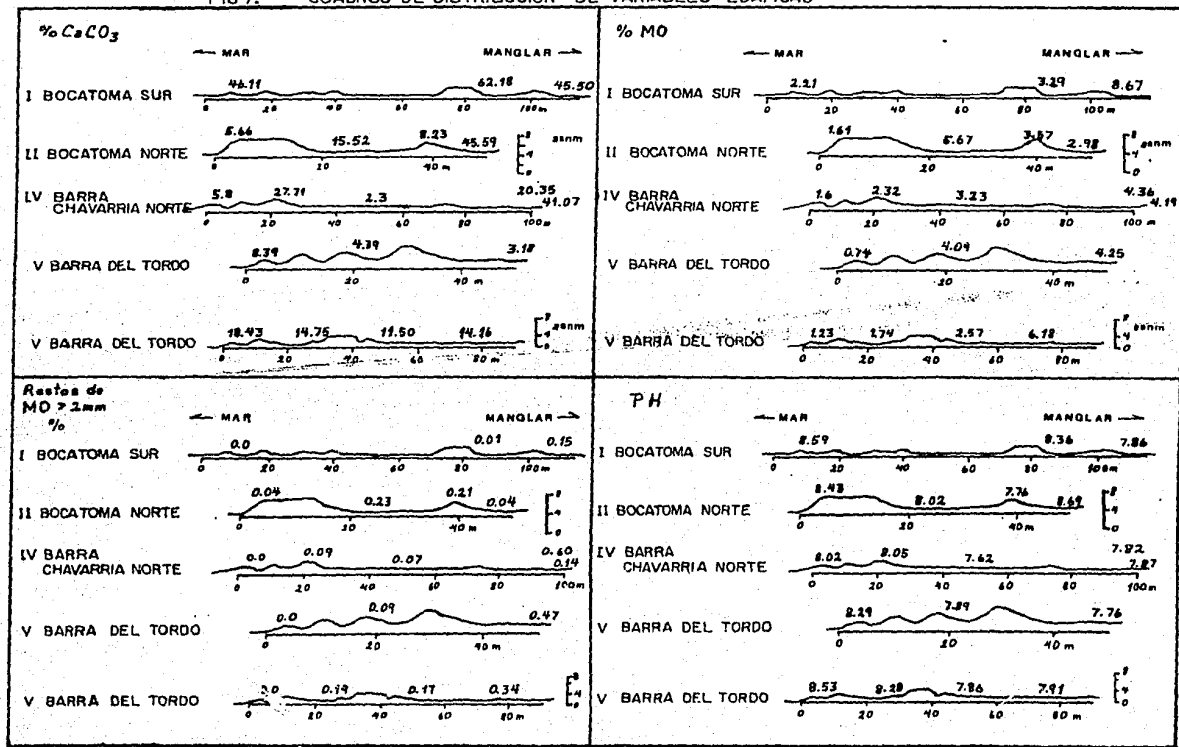


FIG. 7. CUADROS DE DISTRIBUCION DE VARIABLES EDAFICAS

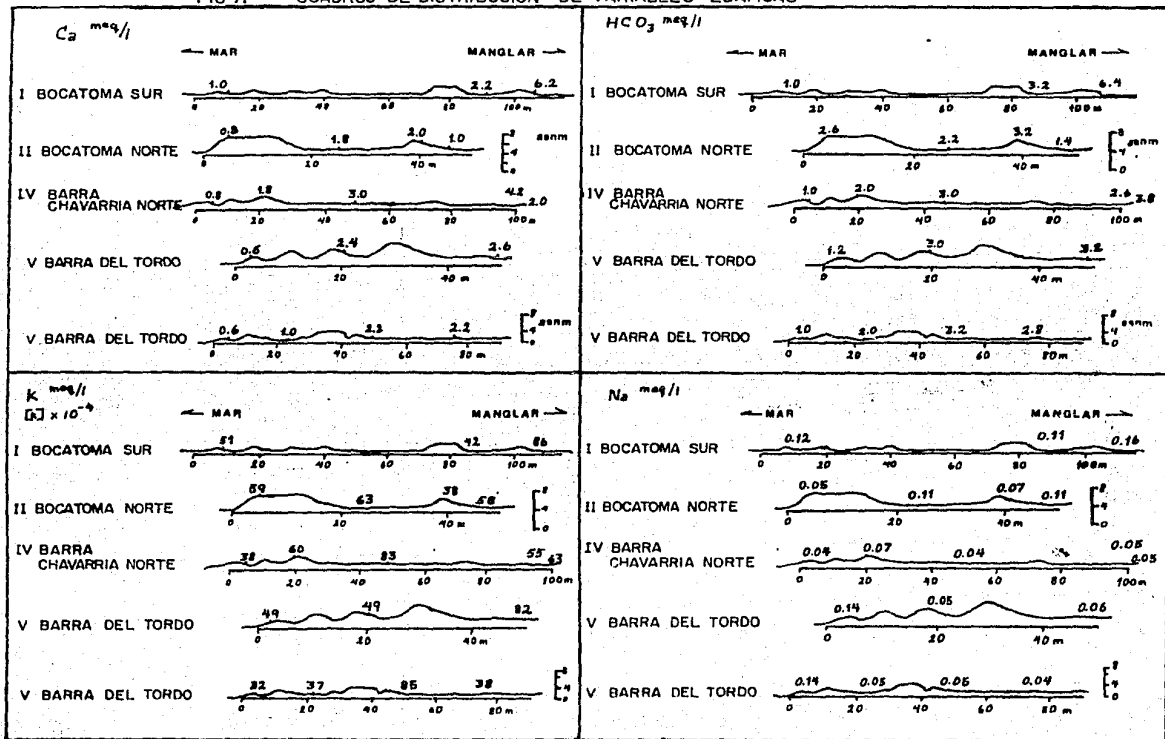
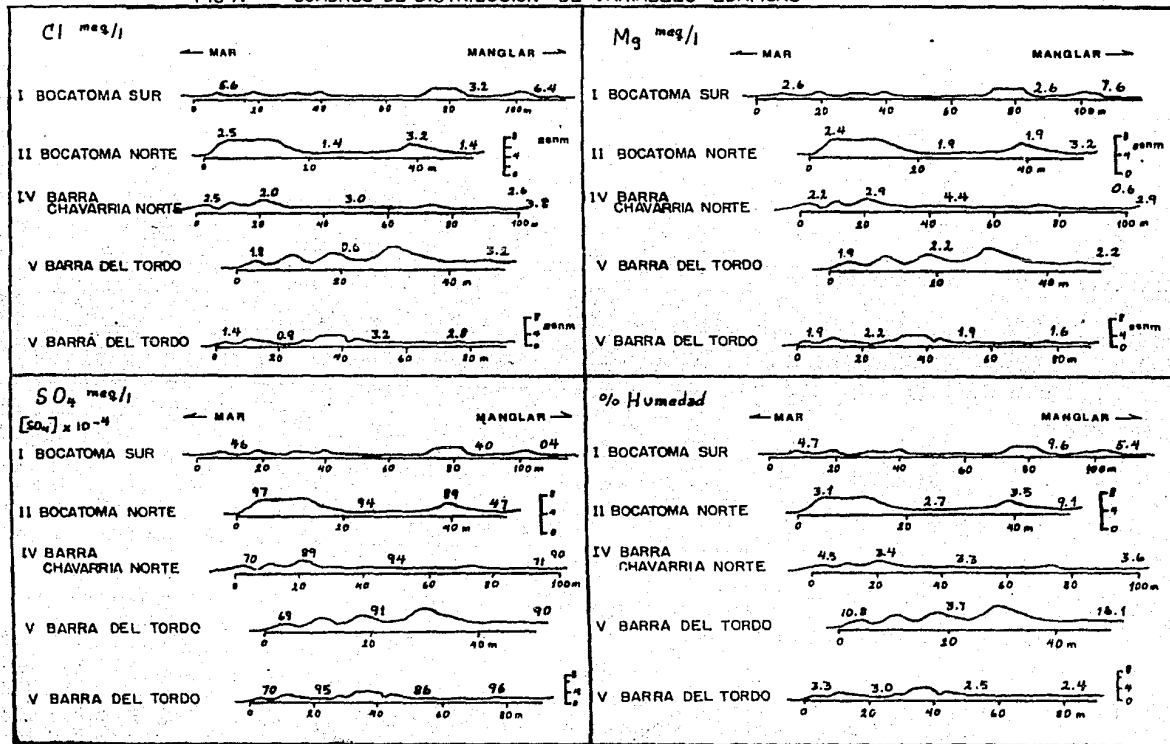


FIG 7. CUADROS DE DISTRIBUCION DE VARIABLES EDAFICAS



6.6 Distribución de agrupaciones y especies características en el sur de Tamaulipas.

Los patrones generales de distribución de la vegetación costera han sido tratados por Sauer (1967), fundamentalmente para la zona de vegetación pionera y por Moreno Casasola (1986: manusc.) para los sistemas de dunas del Golfo y Caribe mexicanos. Sin embargo, en este apartado se presentan los resultados obtenidos para los sistemas de dunas costeras del sur de Tamaulipas.

Hay que aclarar que el análisis de la distribución de especies es preliminar y en relación a su situación geográfica.

Los resultados se presentan en los siguientes niveles :

- 1) Distribución local;
 - i) Distribución de agrupaciones.
 - ii) Distribución de especies características.
- 2) Distribución regional (comparación con el resto del Golfo y Caribe mexicanos).
- 3) Distribución continental (comparación con algunos países de América.

Los puntos 2 y 3 se cubrieron con una revisión bibliográfica inicial y en el caso de algunas especies se realizó la correspondiente revisión de herbario en el MEXU.

1) Distribución local.

En esta parte se presentan dos tablas. La tabla 5 de distribución de agrupaciones y la tabla 6 de distribución de especies características.

Con respecto a la tabla de distribución de agrupaciones aparece la presencia-ausencia de las 22 agrupaciones obtenidas en el segundo nivel de clasificación en cada uno de los sitios de muestreo. En ella se puede observar que agrupaciones tienen distribución amplia ó restringida en la parte sur del estado de Tamaulipas.

De la tabla se desprende que hay:

- 1) Agrupaciones que aparecen en toda la zona de estudio:
Ipomoea pes-caprae, *Croton punctatus*, *Stemodia tomentosa*, *Palafoxia texana* var. *robusta* y *Randia laetevirens*.
- 2) Solo aparece en Barra Chavarría Sur (zona III):
Hibiscus pernabucensis.

- 3) Solo aparecen en Bocatoma (II) y en Barra Chavarria Sur (III):
Fimbristylis spathacea y **Solidago scabrida**.
- 4) En Bocatoma norte (II) y Barra del Tordo (V):
Tephrosia cinerea
- 5) Solo en Barra del Tordo (V):
Cakile geniculata y **Psidium guajava**.

La tabla de distribución de especies características muestra la presencia de las especies más importantes en las dunas del sur de Tamaulipas, se menciona también el número de agrupaciones en el que aparece cada una de las especies así como el total de levantamientos en los que se registró.

De la tabla se desprende que:

- 1) Las especies de distribución amplia en la zona de estudio son:
Sesuvium portulacastrum, **Sporobolus virginicus**, **Ipomoea pes-caprae**, **Croton punctatus**, **Chamaecrista chamecristoides**, **Panicum geminatum**, **Phyla nodiflora**, **Borrchia frutescens**, **Stenodia tomentosa**, **Fimbristylis spadicea**, **Acacia farnesiana**, **Palafoxia texana** var. **robusta**, **Randia laetevirens** y **Caesalpineia bonduc**.
- 2) Se restringe a Barra Chavarria Norte y Sur.
Solidago scabrida.
- 3) Se restringe a Barra del Tordo:
Psidium guajava.
- 4) Bocatoma norte y Barra Chavarria Sur:
Hibiscus pernabucensis
- 5) Las especies que aparecen de manera discontinua son:
Cakile geniculata, **Uniola paniculata**, **Fimbristylis spathacea**, **Tephrosia cinerea** y **Chrysobalanus icaco**.

2) Distribución regional.

Moreno Casasola (manusc.) encuentra cuatro patrones principales de distribución en el Golfo y Caribe mexicanos que en su opinión coinciden burdamente con las provincias fisiograficas.

- a) Pocas especies comunmente presentes en las áreas templadas y que desaparecen hacia la parte norte de Veracruz (i.e. **Uniola paniculata**).

TABLA 5. DISTRIBUCION DE AGRUPACIONES EN EL SUR DE TAMAULIPAS.

	ESPECIE CARACTERISTICA	*	SITIO					**	***
			I	II	III	IV	V		
PIONERAS	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	6	■	■	■	■	■	3	16
	<i>Cakile geniculata</i>	22	■	■	■	■	■	1	9
	<i>Sporobolus virginicus</i>	7	■	■	■	■	■	4	58
	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	5	■	■	■	■	■	5	43
	<i>Croton punctatus</i>	4	■	■	■	■	■	5	90
	<i>Uniola paniculata</i>	1	■	■	■	■	■	3	66
	<i>Chamaecrista chamaecristoides</i>	3	■	■	■	■	■	4	72
	<i>Panicum geminatum</i>	12	■	■	■	■	■	4	15
<i>Phyla nodiflora</i>	11	■	■	■	■	■	4	36	
INTERMEDIA	<i>Borrhichia frutescens</i>	16	■	■	■	■	■	4	14
	<i>Stemodia tomentosa</i>	2	■	■	■	■	■	5	25
	<i>Fimbristylis spadicea</i>	18	■	■	■	■	■	3	30
	<i>Acacia farnesiana</i>	14	■	■	■	■	■	4	22
	<i>Fimbristylis spathacea</i>	19	■	■	■	■	■	2	14
	<i>Solidago scabrida</i>	15	■	■	■	■	■	2	9
	<i>Palafoxia texana var. robusta</i>	13	■	■	■	■	■	5	27
	<i>Tephrosia cinerea</i>	20	■	■	■	■	■	2	16
ESTABILIZADA	<i>Randia laetevirens</i>	8	■	■	■	■	■	5	81
	<i>Caesalpineia bonduc</i>	9	■	■	■	■	■	4	27
	<i>Chrysobalanus icaco</i>	10	■	■	■	■	■	3	17
	<i>Psidium guajava</i>	21	■	■	■	■	■	1	8
	<i>Hibiscus pernabucensis</i>	17	■	■	■	■	■	1	4
	TOTAL DE LEVANTAMIENTOS POR SITIO		199	135	93	106	106		699
	TOTAL DE AGRUPACIONES POR SITIO		15	15	16	14	14		

SITIOS:

I BOCATOMA SUR.

II BOCATOMA NORTE.

III BARRA CHAVARRIA SUR.

IV BARRA CHAVARRIA NORTE.

V BARRA DEL TORDO.

* No. DE AGRUPACION.

** TOTAL DE SITIOS EN LOS QUE APARECE LA AGRUPACION.

*** TOTAL DE LEVANTAMIENTOS EN LA AGRUPACION.

■ = presencia.

□ = ausencia.

TABLA 6. DISTRIBUCION DE ESPECIES CARACTERISTICAS EN EL SUR DE TAMAULIPAS.

	ESPECIE CARACTERISTICA	S I T I O					*	**
		I	II	III	IV	V		
PIONERAS	<i>Sesuvium portulacastrum</i>						5	37
	<i>Cakile geniculata</i>						4	14
	<i>Sporobolus virginicus</i>						19	243
	<i>Ipomoea pes-caprae</i>						15	203
	<i>Croton punctatus</i>						18	293
	<i>Uniola paniculata</i>						15	159
	<i>Chamaecrista chamaecristoides</i>						16	188
	<i>Panicum geminatum</i>						17	117
<i>Phyla nodiflora</i>						14	154	
INTERMEDIA	<i>Borrichia frutescens</i>						16	119
	<i>Stemodia tomentosa</i>						13	76
	<i>Fimbristylis spadicea</i>						10	57
	<i>Acacia farnesiana</i>						11	53
	<i>Fimbristylis spathacea</i>						7	45
	<i>Solidago scabrida</i>						11	37
	<i>Palafoxia texana</i> var. <i>robusta</i>						19	159
<i>Tephrosia cinerea</i>						9	34	
ESTABILIZADA	<i>Randia laetevirens</i>						18	178
	<i>Caesalpineia bonduc</i>						9	50
	<i>Chrysobalanus icaco</i>						3	20
	<i>Psidium guajava</i>						3	9
	<i>Hibiscus pernabucensis</i>						2	5

SITIOS:

- I BOCATOMA SUR.
 II BOCATOMA NORTE.
 III BARRA CHAVARRIA SUR.
 IV BARRA CHAVARRIA NORTE.
 V BARRA DEL TORDO.

* No. DE AGRUPACIONES EN LAS QUE APARECE LA ESPECIE.

** No. DE LEVANTAMIENTOS EN LOS QUE APARECE LA ESPECIE.

■ = presencia.

□ = ausencia.

b) Otro grupo de especies establecidas principalmente en la parte central y sur de Veracruz y Tabasco que presentan un sustrato con arena de cuarzo (i.e. *Eragrostis domingensis*).

c) Hay otro grupo de especies que habitan predominantemente la región calcárea de la costa sudeste de México. Algunas de ellas aparecen en menor grado en el área subtropical de la costa noreste de México (Tamaulipas) (i.e. *Heliotropium curassavicum*).

d) La cuarta tendencia incluye a la mayoría de especies pantropicales las cuáles están bien representadas en todas las áreas (i.e. *Sesuvium portulacastrum*).

En el apéndice 2 que se presenta en este trabajo aparece el registro de distribución en el Golfo y Caribe para las especies características de las agrupaciones de dunas costeras del sur de Tamaulipas. La comparación para las especies registradas en todo el Golfo y Caribe se encuentra en Moreno Casasola (1986; manusc.).

Preliminarmente, con respecto a las especies registradas en este estudio se presenta un listado inicial de las que sólo aparecen en Tamaulipas.

Eclipta alba

Eupatorium betonicifolium

Eleocharis geniculata

Chamaesyce dioica

Cenchrus longispinus

Panicum geminatum

Stemodia tomentosa

Solidago scabrida

Heterotheca latifolia

Rhynchospora rugosa

Chamaesyce amanioides

Eustachys petraea

Paspalum vaginatum

Physalis viscosa

3) Distribución continental.

De acuerdo con Rzedowski (1978) la ubicación de México con respecto al resto del continente permite que las relaciones geográficas de su flora se manifiesten fundamentalmente en dos sentidos opuestos: hacia el norte y hacia el sur.

La lista florística que se presenta al final de este estudio contiene los datos para la comparación con las otras regiones. De su análisis se desprende que exceptuando a los elementos pantropicales y neotropicales la flora de los sistemas de dunas del sur de Tamaulipas tiene una mayor relación con el norte del continente americano sobre todo con la flora de las islas de barrera del sudeste de los Estados Unidos.

7. DISCUSION.

En los sistemas de dunas costeras del sur de Tamaulipas, la vegetación se distribuye a lo largo de un patrón que va del mar hacia el manglar. Este patrón de distribución florístico y estructural se caracteriza por la presencia de hierbas en las zonas cercanas al mar y por arbustos y subarbustos en la parte media finalizando con árboles en las áreas cercanas al manglar. Este patrón es evidente a lo largo del Golfo y Caribe mexicanos (Castillo, 1984, en prensa; Moreno-Casasola y Espejel, 1985, 1986).

En la mayoría de los sistemas de dunas, la distancia al mar, entendida como la modificación sistemática de la Topografía y por tanto de factores ambientales como profundidad del manto freático, aspersión salina, grado de exposición al viento, presencia de nutrientes, etc., es el gradiente principal. Para el sur del estado de Tamaulipas, este factor no permite explicar el patrón de distribución mencionado ya que el ancho de las diversas zonas topográficas es muy variable entre los distintos sitios de muestreo, por tanto los valores de distancia al mar se traslapan (ver tabla 1, sinóptica). En la búsqueda de posibles explicaciones se encuentra que a partir del análisis edafológico realizado en este trabajo, el patrón playa-manglar puede explicarse por el decremento de pH y Na en las zonas más alejadas del mar. El pH se ve afectado por la aspersión salina y de ahí su relación con la distancia al mar. Los cambios podrían explicarse por las cantidades diferenciales de aspersión salina (Oosting y Billings, 1942; Oosting, 1945) recibidas a lo largo del sistema de dunas, ya que la aspersión no solo es una de las fuentes importantes de nutrientes sino que las plantas necesitan cierta adaptación para sobrevivir a ella.

Por otra parte, un factor importante para la vegetación de dunas que podría ayudar a explicar dicho patrón, es el movimiento de arena que genera enterramiento y desenterramiento de las plantas. La vegetación responde a dicho factor de manera diversa, por ejemplo, *Uniola paniculata* crece vigorosamente con la acreción (Wagner, 1964). De acuerdo con Moreno Casasola (1982, 1986) para el sistema de dunas del Morro de la Mancha, Ver., el movimiento

de arena juega un papel importante en la sobrevivencia de las poblaciones de *Croton punctatus*, *Palafoxia lindenii* y *Chamaecrista chamaecristoides*. Este factor cambia drásticamente durante el proceso de estabilización, Moreno Casasola (op.cit.) plantea que hay una interacción estrecha entre las especies vegetales, cobertura vegetal, movimiento de arena y contorno de la duna. En Tamaulipas las velocidades promedio de viento según el Servicio Meteorológico Nacional son de débiles a moderadas. De acuerdo con Bagnol (1941) el umbral mínimo de velocidad del viento para el transporte de arena es de 4.5 m/seg., arriba de esta velocidad la tasa de movimiento de arena es proporcional al cubo de la velocidad. Considerando lo anterior, en Tamaulipas la mayor parte del año casi no hay movimiento de arena, salvo cuando aparecen los vientos del norte, en invierno, donde se alcanzan velocidades de 11.15 m/seg, ó cuando se presentan los ciclones y huracanes. Jáuregui (1967) reporta para el estado una frecuencia del 34%. El reporta por ejemplo que el Ciclón Inés de octubre de 1966, tocó la costa a unos 70 Km al norte de Tampico, ocasionando los mayores daños en la región de Aldama y Manuel. "La fúria de los vientos huracanados se abatió sobre el trecho de faja costera comprendido entre la ribera sur del Río Pánuco hasta un poco al norte de Punta Jeréz" (Jáuregui, op.cit.). Justamente dentro de los límites de este estudio.

Sin embargo el movimiento de arena y la velocidad del viento (al menos para Tamaulipas) no son los únicos factores evidentes probablemente implicados. Retomando el estudio de Jáuregui (1967) encontramos que en la costa mexicana del Golfo la incidencia de ciclones y huracanes (periodo 1901- 1958) se distribuye de la siguiente manera: Tamaulipas 34%, Veracruz 15%, Itsmo (Tabasco y Campeche) 4%, Yucatán 4%. El porcentaje restante se distribuye en los Estados Unidos. Es evidente que la zona del Golfo más afectada es Tamaulipas. La importancia de un huracán para un sistema de dunas radica en que se acompaña de mareas altas, velocidades de viento hasta de 120 Km/hr, de una alta energía de oleaje y de lluvias torrenciales. Para una isla de barrera (como las presentes en el sur de Tamaulipas) el efecto de un huracán puede ser desastroso, dependiendo la gravedad del daño principalmente de la cobertura vegetal, del ancho de la isla, del grado de desarrollo

de las dunas y de la naturaleza del segmento costero en donde la tormenta toca tierra. En una isla de barrera un huracán puede provocar rompimientos que abren canales por donde entra una cantidad enorme de agua y sedimentos ("washover") inundando el sistema con agua de mar (Mc. Gowen y Scott, 1975; Armon, 1979). Fisiográfica y geológicamente el efecto de "sobrelavado" es importante a largo plazo para el mantenimiento de las islas de barrera ya que deposita sedimentos, rejuvenece los pantanos de atrás de la barrera, y también ocasiona una acreción vertical de sedimentos además de la lateral que ocurre en los pantanos ó los márgenes de las lagunas costeras, aunque el depósito excesivo de sedimentos resulta en su destrucción por sobrecarga (Fisher y Simpson, 1979).

Como se mencionó antes los efectos sobre la vegetación dependen sobre todo de la cobertura que tenga y de que después de la tormenta llueva y se lixivien las sales. Dahl, Fall y Otteni (1975) encuentran que sus plantaciones sobre la isla de barrera Isla Padre, Texas, no sobreviven a niveles de salinidad del suelo de 4300 micro mhos/cm por más de cuatro días. El agua de mar presenta una conductancia de 13 340 micro mhos/cm y después del huracán la salinidad se incrementa al aumentar la aspersion y la evaporación, pero la inundación de la superficie generalmente resulta en niveles de salinidad de suelo que ligeramente sobrepasan los 2000 micro mhos/cm. Ellos encuentran (Dahl et.al., op.cit.) que si la lluvia acompaña a la tormenta ó sigue inmediatamente después, entonces el agua de mar causa poca mortalidad en sus transplantes. Una prolongada sequía también es importante en la sobrevivencia de las plantas.

Sin embargo una isla de barrera con cobertura vegetal densa, amortigua y puede absorber la energía del oleaje, previniendo su penetración dentro de las bahías, estuarios, lagunas y ríos además de permitir una menor fragilidad contra futuros rompimientos. En Tamaulipas los sistemas que se observan con probabilidad de recibir futuros quebrantamientos son Bocatoma norte y Barra Chavarría sur, esta última zona presenta seis bocas intermitentes (ver cuadro 1).

En otro orden de cosas se encontró en esta investigación sobre el eje 2 de ordenación un gradiente de humedad, determinado fundamentalmente por la composición florística particular de zonas húmedas y secas. Los datos registrados en el muestreo de factores medioambientales no permiten confirmarlo. Esto puede deberse al número de muestras reducido y a la sensibilidad del método de determinación del % de humedad.

A partir de los resultados obtenidos de la correlación entre los ejes de ordenación (RA1 y RA2) y los factores edáficos y considerando el 90% de significancia en los índices de correlación, aunque estos sean moderados (de -0.39 a 0.55) puede aceptarse un modelo lineal como adecuado para interpretar dicha correlación. La interpretación general de la correlación y de la regresión lineal queda de la siguiente manera:

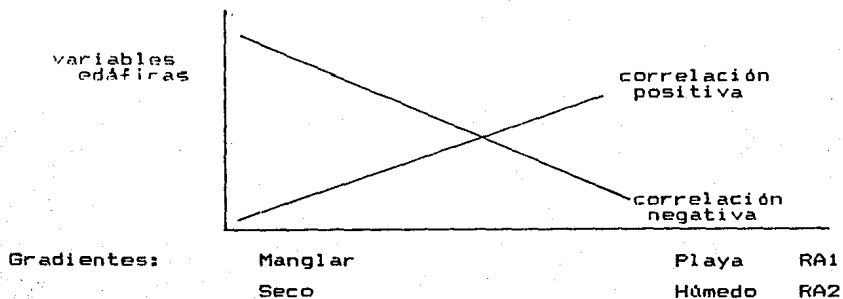


FIG. 8. Interpretación general de la correlación y la regresión lineal.

Gradiente de playa hacia matorral; en la zona estabilizada hay más calcio, bicarbonatos, potasio, porcentaje de materia orgánica y menos sodio.

Gradiente de zonas húmedas a secas; a mayor humedad del suelo menor cantidad de sodio, cloruros, magnesio y carbonatos y mayor cantidad de restos de materia orgánica y sulfatos.

El menor porcentaje de carbonatos en zonas húmedas así como la presencia de altas concentraciones del mismo factor en algunas zonas protegidas, sugiere el posible desarrollo de zonas de evaporación con la consecuente concentración de sales como resultado del efecto de sobrelavado e inundación mencionado antes. Esto podría apoyarse también por el resultado obtenido en las

zonas estabilizadas donde la concentración de calcio, bicarbonatos, potasio, % de materia orgánica y % de restos de materia orgánica es mayor.

Para Yucatán, Espejel (1986) plantea un gradiente de salinidad, en el estudio queda clara una diferencia entre los hábitats salinos y las zonas con disponibilidad de agua dulce (cenotes). En Tamaulipas con los datos registrados no se puede asegurar que este gradiente exista, sin embargo, es interesante notar que las especies mencionadas en el trabajo de González Medrano (1972) como componentes florísticos de las asociaciones de halófitas en la Laguna Madre se distribuyen en la gráfica de ordenación de la siguiente manera:

a) *Borrichia frutescens*, *Bacopa monnieri* y *Haliotropium curasavicum*, en el extremo superior izquierdo.

b) *Sesuvium portulacastrum* y *Denothera drumondii*, en la parte derecha de la gráfica. Estas especies ocurren dentro de la zona de estudio, en la parte más cercana al mar.

c) González Medrano (op. cit.) menciona que en la comunidad de pastizal que ocupa una faja arenosa presente en los afloramientos de las formaciones clásticas del Plioceno, sustentadas sobre una delgada capa de caliche, aparecen: *Acacia cornigera*, *Acalypha radians* y *Palafoxia texana*. En la gráfica estas especies aparecen en el extremo inferior izquierdo.

d) El autor (op.cit.) también menciona que *Borrichia frutescens* se encontró en zonas con 4.43% de salinidad en el agua del suelo y considera como halófito facultativo a *Iva frutescens* que aparece en zonas con salinidad del 1.98%.

Considerando lo anterior y observando el diagrama de ordenación (Fig.3) se sugiere un probable gradiente de salinidad que va del cuadrante inferior izquierdo al superior derecho, evidenciado también por la presencia de *Hibiscus pernabucensis* (No. 17) que crece cerca del mar y por *Chrysobalanus icaco* (No.10) que ocupa las partes cercanas al manglar.

Por otra parte, en el estudio de Moreno-Casasola y Espejel (1986) se considera que la diferencia entre la vegetación de la costa del Golfo de México y la región del Mar Caribe, está dada por un gradiente en el tipo de arena, con una transición de norte a sur,

en el Golfo arenas con predominancia de cuarzo y en el Caribe arenas calcáreas.

En el cuadro de distribución (Fig.7) del porcentaje de carbonatos para los sitios muestreados en Tamaulipas, así como en el de porcentaje de residuos insolubles, no se observa una transición continua desde el norte de la zona de estudio hacia el sur con respecto a dichos factores. Más bien parece que la distribución se presenta de manera azarosa; hay zonas dentro de los sistemas de dunas de Tamaulipas que presentan concentraciones altas para el porcentaje de carbonatos y residuos insolubles y otras en las que las concentraciones son bajas. No obstante se realizó un análisis comparativo siguiendo la misma metodología de análisis de carbonatos, residuos insolubles y textura utilizada en este trabajo, para muestras disponibles de Chalchihueca, Veracruz; Km 95, Campeche y Puerto Morelos, Quintana Roo. Los resultados se presentan en una tabla de comparación. Los datos de Tamaulipas se promediaron para cada una de las variables con el fin de obtener un solo valor que pudiera compararse.

TABLA 5. COMPARACION DE MUESTRAS DE SUELO POR ESTADO PARA % DE CaCO_3 , TEXTURA, % DE MATERIA ORGANICA Y % DE RESIDUOS INSOLUBLES.

SITIO	TEXTURA A MENUDO							EN ECL 30%			
	ARENA							%		% CaCO_3	
	GRAVA	MUY GRUESA	GRUESA	MEGDA	FINO	MUY FINO	LOCO	% RI	% CaCO_3	MO	% CaCO_3
TAMAULIPAS	0.15	2.15	8.97	16.88	65.49	5.84	0.41	71.94	28.05	3.39	21.13
VERACRUZ	0.00	0.03	0.58	32.38	65.04	1.90	0.07	77.13	22.87	1.27	17.34
CAMPECHE	0.34	2.02	22.67	48.83	24.56	1.45	0.13	1.30	98.67	4.13	86.20
QUINTANA ROO	0.00	0.04	1.41	31.20	63.67	3.33	0.35	0.03	99.97	3.09	94.95

* Espjejal (1966) reporta para la península concentraciones de CaCO_3 de 89.7 a 99.34.

Se observa que las arenas de Tamaulipas, respecto al contenido de carbonatos y residuos insolubles considerados como indicación relativa de cuarzo, son más similares a las arenas de Veracruz. Con respecto a la textura, la mayor concentración ocurre para Quintana Roo y Veracruz en el tamaño fino (0.25mm) igual que en Tamaulipas, en Campeche el valor más alto ocurre en el tamaño medio (0.5mm).

Estos datos apoyan la presencia del gradiente mencionado en el trabajo de Moreno Casasola y Espejel (1986). Sin embargo se considera en este trabajo que dicho gradiente se manifiesta en forma general, es decir por estados (o por formaciones geológicas) ya que en cada zona particular la distribución de carbonatos y residuos insolubles es probable que este determinada por los procesos azarosos de clasificación natural de materiales, así como de los efectos locales de evaporación, concentración de sales, rompimiento de olas, cercanía de ríos y presencia ó ausencia de fuentes de sedimentos.

Lankford (1977) plantea que los procesos de alta energía cercanos a la costa clasifican fácilmente el tamaño de grano de los sedimentos, removiendo los finos por suspensión y concentrando la arena de cuarzo en la costa. El Golfo y Caribe se consideran con una energía de oleaje intermedia; sin embargo existen condiciones de energía relativamente más alta a lo largo de la costa del Caribe y en la mitad noroeste de la costa del Golfo. Las tormentas en ambos son normalmente de intensidad mayor. Los nortes anuales y huracanes ó ciclones esporádicos aumentan el arrastre de sedimentos y deben afectar también su clasificación. Poggie (1962) y Puig (1976) encuentran que las arenas de Cabo Rojo tienen fundamentalmente cuarzo con elementos calcáreos importantes. De la correlación realizada en este trabajo con los datos del porcentaje de carbonatos y diferentes tamaños de las partículas de arena, se obtuvo que a mayor porcentaje de arenas gruesas y medianas tenemos mayor porcentaje de carbonatos, y que cuando el porcentaje de carbonatos es alto, el porcentaje de arenas finas y muy finas, baja. Lo anterior indica que en Tamaulipas la fuente de carbonatos puede deberse fundamentalmente a restos de conchas; La distribución de carbonatos parece que se presenta de manera azarosa (ver el cuadro de distribución, Fig. 7).

Dentro del Golfo, el desarrollo de arrecifes se presenta hacia el sur a partir de Cabo Rojo (Armstrong-Price, 1954; Tamayo 1962). Las diferencias principales del Golfo con la Península de Yucatán son: la ausencia de ríos y la plataforma cárstica con un fuerte desarrollo de arrecifes. De acuerdo con Armstrong-Price (op.cit.) y Tamayo (op.cit.) la costa del Golfo en su totalidad presenta en mayor ó menor grado una línea costera con lagunas, manglar,

sistemas de dunas (médanos) y barras e islas de barrera. Hay que notar que los sistemas de dunas más grandes y complejos aparecen en el centro del Golfo, en Veracruz y al norte de la Laguna Madre en el límite con los Estados Unidos. En las otras zonas del Golfo los sistemas son más bien pequeños cordones paralelos a la línea de costa, una fuente de sedimentos similar a la presente en Veracruz está ausente para la mayoría de los otros sistemas. Lynch (1954) plantea que los sedimentos que se acarrean hacia el Golfo no se alejan a grandes distancias de la costa. Las diferencias en los sistemas de dunas del Golfo de México deben estar determinadas por las corrientes marinas que acarrean sedimentos, su flujo debe ayudar a que confluyan en el centro, hacia el norte debe ser más importante la aridez que permite un mayor transporte de arena; la orientación de la costa que debe favorecer ó evitar la incidencia de huracanes y ciclones. En este sentido también es importante la conclusión de Poggie (1962) para Cabo Rojo, Ver. con respecto a los efectos de los vientos del norte en la distribución y composición vegetal. La parte norte de la isla más expuesta que la parte sur. El norte con mayor número de especies que el sur. Poggie (op.cit) considera que la diferencia se debe a la uniformidad medioambiental y topográfica en la parte sur.

La presencia de cordones (3-5m) en Tamaulipas debe estar determinada por la mayor incidencia de huracanes y por los efectos que acarrean mencionados antes.

En el mismo orden de cosas, otro aspecto que habría que considerar para entender las diferencias en los sistemas es lo que los limita tierra adentro: plantación, selva, manglar, etc. Por ejemplo, Tamaulipas, Yucatán y Quintana Roo comparten como característica principal en sus costas, la mezcla de manglar y matorrales de dunas, los cuales se relacionan con la combinación de islas de barrera y lagunas costeras. Hay sin embargo, una diferencia importante, la ausencia de ríos y la disponibilidad de agua dulce (cenotes) en Yucatán. En Tamaulipas se encuentran las aguas termales de la Azufrosa a 12 Km al oeste de la Cd. de Aldama que finalmente desembocan en la laguna de San Andrés (Prieto, 1975), sin embargo dicha laguna presenta problemas de hipersalinidad debidas al cierre intermitente de sus bocas

(Treviño, 1983).

Considerar los aspectos relativos a la comunicación subterránea entre el mar y las lagunas examinando el sistema como un todo, es decir, como un sistema conformado en tres partes (mar, islas de barrera con desarrollo de vegetación y laguna) seguramente permitirá abordar el estudio de manto freático, salinidad, fuente de sedimentos, lixiviación, flujo y disponibilidad de nutrientes en el suelo, capacidad de retención de agua en la arena y composición de la misma, etc., de manera más adecuada.

Con respecto a la distribución de especies es probable que además de estar determinada por el sustrato en el que se establecen (gradiente de suelo de arena de cuarzo a arena calcárea) también esta determinada, en este caso concreto, por los factores ambientales a los que se encuentra sometida.

En el nivel de agrupación; para Tamaulipas se obtuvieron tres agrupaciones exclusivas; *Stemodia tomentosa*, *Tephrosia cinerea* y *Panicum geminatum*.

Yucatán y Tamaulipas comparten a las agrupaciones de *Cakile geniculata* y *Chrysobalanus icaco* que están mejor representadas al norte de la zona de estudio (ver tabla de distribución). Con el norte de Veracruz se comparten las agrupaciones de *Uniola paniculata*, *Acacia farnesiana*, *Randia laetevirens*, *Palafoxia texana* var. *robusta*, *Psidium guajava* e *Hibiscus parnabucensis*; aunque en Tamaulipas esta especie presenta codominancia con *Solidago scabrida*. Con Tabasco y Campeche se comparten las agrupaciones de *Randia laetevirens*, *Caesalpinia bonduc* y *Chrysobalanus icaco*. Las agrupaciones restantes obtenidas en este trabajo se distribuyen ampliamente en el Golfo de México.

En el nivel de especie; las similitudes de la flora de las dunas costeras del sur de Tamaulipas con la flora del sur de Texas son altas probablemente debido a sus similitudes fisiográficas.

También es importante notar que especies como *Bursera simaruba*, *Acacia farnesiana* entre otras, encuentran en estos sistemas costeros un hábitat favorable debido a los distintos microambientes que se generan por los cambios de topografía y orientación de las dunas.

La metodología utilizada ha probado ser adecuada para el estudio de los sistemas de dunas costeras a lo largo del Golfo y Caribe mexicanos. Los trabajos emanados del proyecto general de dunas costeras, se han centrado en la etapa necesaria de descripción. También se ha avanzado en tratar de descubrir los factores importantes que determinan la distribución de la vegetación. Este trabajo no es la excepción. Se ha determinado en mayor ó menor grado la distribución de especies, de manera preliminar se han destacado las particularidades. Los tipos ó agrupaciones vegetales han quedado descritos con base en su composición florística y estructura, obteniéndose como resultado general, agrupaciones vegetales características del Golfo con diferencias en las especies acompañantes, debidas a las particularidades de cada región y agrupaciones características del Mar Caribe.

La presencia de un patrón de distribución florístico y estructural ha sido evidenciada; el gradiente de humedad y salinidad queda claro a partir de la metodología utilizada. Sin embargo no en todos los casos puede afirmarse la presencia de dichos gradientes.

En el estudio de Moreno Casasola y Espejel (1986) se utilizó un valor sinóptico para cada grupo (cluster), como el producto de la frecuencia y el valor cobertura-abundancia de las especies. En este trabajo solo se consideró la frecuencia como medida de importancia tomando en cuenta los valores de cobertura abundancia en el momento del análisis y descripción de agrupaciones.

Debido a que en las agrupaciones vegetales de los sistemas de dunas, la dominancia se da por una ó dos especies, no se presentan discrepancias importantes y la comparación puede ser factible.

No es el objetivo de este trabajo llegar a una tipificación ó tipología de la vegetación, sin embargo, la metodología permite avanzar en este sentido. En el apéndice Ib se presentan las tablas ordenadas de cada una de las agrupaciones. Profundizando en su análisis, es posible determinar a las especies diferenciales de acuerdo con los criterios establecidos en Mueller-Dombois y Ellenberg (1974).

Con respecto a la determinación de fósforo, la problemática quedó planteada en el apartado correspondiente. Aunque se conoce que

cuando el pH del suelo es alto, la disponibilidad de fósforo decrece (Barbour et.al., 1985) en otros estudios (Pisanty y García, 1985; Moreno Casasola, 1985, Castillo, 1985; Espejel 1986) de sistemas de dunas donde el rango de pH es similar al encontrado en Tamaulipas si se encontró fósforo. En las arenas de Tamaulipas no se encontró dicho elemento. No queda claro porque. A partir de lo anterior, y considerando lo planteado por Chapman (1978) en el sentido de que la arena es el rasgo principal de los sistemas de dunas, porque de ella derivan casi todas las demás características que conforman las peculiaridades de este hábitat, así como el hecho de que los rangos reportados por otros autores (i.e. Van der Valk, 1974) son amplios y en algunos casos contradictorios se hace necesario realizar una revisión de las metodologías más apropiadas para el análisis edafológico de arenas, con el fin de homogeneizar y determinar las técnicas que permitan analizarlas de manera conveniente. Más aún, considerando que el desarrollo de suelos en estos sistemas es un proceso lento y que las especies crecen en arena móvil ó en suelos con poco horizonte.

Finalmente queda claro que las variables que se han considerado como factores ambientales, intervienen de manera compleja en estos sistemas, resta investigar que pasa con las variables no consideradas. Aquí se propone el estudio de algunas que parecen importantes (influencia de flujo fluvial, corrientes del Golfo, fuentes de sedimentos, comunicación entre lagunas y mar, oleaje, distribución azarosa de carbonatos debida a procesos de clasificación de materiales, efectos de sobrelavado, frecuencia de inundaciones de agua de mar y resultados de la evaporación posterior, quebrantamiento de barreras, influencia de vientos con respecto a la orientación de la costa). No obstante, lo anterior abarca una parte del aspecto abiótico. Las investigaciones del aspecto biótico del ecosistema, con excepción de los trabajos de fenología, banco de semillas, autoecología y germinación, aún en realización o ya concluidos, contribuirán a la comprensión de la dinámica de estos sistemas que tienen un probable potencial útil, con especies, comestibles, forrajeras, medicinales, de importancia industrial y fijadoras de sustrato (Baro Peruyero y González Medrano, 1984), este potencial quizá sea de subsistencia ó auto-

consumo. Estos trabajos y los que se generen después, permitirán finalmente hacer planteamientos serios y mejor fundamentados tendientes a utilizar, manejar y conservar de manera adecuada nuestros recursos naturales.

8. CONCLUSIONES.

1.- En el sur del estado de Tamaulipas los sistemas de dunas costeras se caracterizan por cordones bajos (3-5m) que corren paralelos a la costa. Estos cordones se encuentran sobre islas de barrera estrechas (hasta 200m de ancho) originadas hace 5000 años.

2.- Los sistemas de dunas se encuentran en una zona con alta incidencia de huracanes y ciclones (34%). Las características de las islas de barrera sobre las que descansan los hacen presa fácil de perturbaciones de alta magnitud (inundaciones con agua de mar, quebrantamiento de barreras, etc) que posiblemente derivan en destrucción vegetal.

3.- En estos sistemas la vegetación se distribuye a lo largo de un patrón que va del mar hacia tierra adentro. Este patrón de distribución se caracteriza por la presencia de hierbas en las zonas cercanas al mar y por arbustos y subarbustos en la parte media finalizando con árboles en las áreas cercanas al manglar.

4.- El patrón de distribución concuerda con el reportado para los sistemas de dunas de Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán.

5.- A partir del análisis edafológico y de las referencias consultadas el patrón de distribución puede explicarse por el decremento de pH y Na en las zonas más alejadas del mar, por las cantidades diferenciales de aspersión salina recibidas a lo largo del sistema, por el movimiento de arena, incidencia de ciclones y huracanes y sus resultados posteriores entre otros.

6.- Los datos comparativos de muestras de suelo por estado para % de carbonatos, % de materia orgánica, % de residuos insolubles y textura apoyan la hipótesis de Moreno Casasola (1986) en el sentido de que la diferencia entre la vegetación de la costa del Golfo de México y la región del Caribe está determinada por un gradiente edáfico, con una transición de norte a sur, en el Golfo

arenas con predominancia de cuarso y en el Caribe arenas calcáreas.

7.- En los sistemas de dunas del sur de Tamaulipas la fuente de carbonatos se debe fundamentalmente a restos de conchas.

8.- Sobre el diagrama de ordenación (fig.3) se observa un probable gradiente de salinidad determinado a partir de la composición florística. Este gradiente debe también influir en el patrón de distribución playa-manglar.

9.- Para Tamaulipas se obtuvieron tres agrupaciones vegetales exclusivas *Stemodia tomentosa*, *Tephrosia cinerea* y *Panicum geminatum*.

10.- La flora de los sistemas de dunas costeras del sur de Tamaulipas presenta mayor relación con la flora del sur de Texas que con la flora de Centro América. Las similitudes con Texas también se encuentran en términos fisiográficos.

9. REFERENCIAS

- Armon, J. W. 1979. Landward sediments transfers in a transgressive barrier island system, Canada. In: Leatherman, S. P. (ed.). Barrier islands from the Gulf of St. Lawrence to the Gulf of Mexico. Academic Press. New York. 325p.
- Armstrong Price, W. 1954. Shorelines and coast of the Gulf of Mexico. In: Galtsoff, P. (ed.). Gulf of Mexico its origins, waters and marine life. U.S. Fish and Wild. Serv. Fish Bull 55: 39-65.
- Bagnold, P. A. 1941. The physics of blown sand and desert dunes. Melhuen, London.
- Barbour, M.G., De Jong, T.M. and Pavlik, B.M. 1984. Marine beach and dune plant communities. In: Chabot, B.F. and Mooney, H.A. (eds.) Physiological plant ecology of North American plant communities. Chapman and Hall. pp. 296-322.
- Barnes, P.S.K. 1977. (ed.) The Coastline. John Willey & Sons. London. 356 p.
- Baro-Peruyero, D.M. y González Medrano, F. 1984. Flora Halófitas de Tamaulipas. Resúmenes 9o. Congreso Mexicano de Botánica. Mexico. p.53.
- Beals, E.W. 1973. Ordination: mathematical elegance and ecological naivete. J. Ecol. 61: 23-35.
- Castillo, S. 1984. Descripción preliminar de la vegetación de dunas costeras de los estados de Tabasco y Campeche. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM. 177p.
- and Popma, J. in press. A tipological study of the vegetation of the coastal dunes of Tabasco and Campeche, Mexico. (manuscrito).
- Chapman, V.J. 1978. Coastal Vegetation. Pergamon Press Oxford. 292 p.
- Cogen, W.M. 1940. Heavy mineral zones of Louisiana and Texas Gulf coast sediments. Bull. Am. Assn. Petrol. Geols. 24 (12): 2069-2101.
- Courtier, A. 1938. Marees. Service Hydrographique de la Marine, Paris, p. 149.

9. REFERENCIAS

- Armon, J. W. 1979. Landward sediments transfers in a transgressive barrier island system, Canada. In: Leatherman, S. P. (ed.). Barrier islands from the Gulf of St. Lawrence to the Gulf of Mexico. Academic Press. New York. 325p.
- Armstrong Price, W. 1954. Shorelines and coast of the Gulf of Mexico. In: Galtosoff, P. (ed.). Gulf of Mexico its origins, waters and marine life. U.S. Fish and Wild. Serv. Fish Bull 55: 39-65.
- Bagnold, P. A. 1941. The physics of blown sand and desert dunes. Melhuen, London.
- Barbour, M.G., De Jong, T.M. and Pavlik, B.M. 1984. Marine beach and dune plant communities. In: Chabot, B.F. and Mooney, H.A. (eds.) Physiological plant ecology of North American plant communities. Chapman and Hall. pp. 296-322.
- Barnes, P.S.K. 1977. (ed.) The Coastline. John Willey & Sons. London. 356 p.
- Baro-Peruyero, D.M. y González Medrano, F. 1984. Flora Halófito de Tamaulipas. Resúmenes 9o. Congreso Mexicano de Botánica. Mexico. p.53.
- Beals, E.W. 1973. Ordination: mathematical elegance and ecological naivete. J. Ecol. 61: 23-35.
- Castillo, S. 1984. Descripción preliminar de la vegetación de dunas costeras de los estados de Tabasco y Campeche. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM. 177p.
- and Popma, J. in press. A tipological study of the vegetation of the coastal dunes of Tabasco and Campeche, Mexico. (manuscrito).
- Chapman, V.J. 1978. Coastal Vegetation. Pergamon Press Oxford. 292 p.
- Cogen, W.M. 1940. Heavy mineral zones of Louisiana and Texas Gulf coast sediments. Bull. Am. Assn. Petrol. Geols. 24 (12): 2069-2101.
- Courtier, A. 1938. Marees. Service Hydrographique de la Marine, Paris, p. 149.

- Curray, J.R., Emmel, F.J. and Crampton, P.J.S. 1969. Holocene history of a strand plain lagoonal coast, Nayarit, Mexico. In: Ayala Castañares, A. and Phleger, F.B. (eds.), *Lagunas Costeras, un symposium. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, 1967. Mexico, D.F.: 63-100.*
- Dahl, R. E., Brunce, A. Fall and Lee, C. Otteni. 1975. Vegetation for creation and stabilization of foredunes, Texas coast. In: Cronin, L. E. (ed.). *Estuarine Research. Vol. II. Geology and Engineering. Academic Press. New York. 583p.*
- Dean, W.E.Jr. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: Comparison with other methods. *J. Sedimentary Petrology*, 44 (1): 242-248.
- Doing, H. 1981. A comparative scheme of dry coastal dune habitats, with examples from the eastern United States and some other temperate regions. *Veroff. Geobot, Inst. ETH, Stiftung Rubel. 77: 41-72.*
- Espejel, I. 1986. Studies on coastal sand dune vegetation of the Yucatán Peninsula. Doctoral Dissertation. UPPSALA, University.
- Escurra, E., Equihua, M., Kohlmann, B., Sánchez Colón, S. 1984. *Métodos cuantitativos en la Biogeografía. Publicación 12 del Instituto de Ecología A.C. México, D.F. 125p.*
- Fenneman, N.M. 1938. *Physiography of eastern United States. Mc. Graw-Hill Book CO., New York 714 p.*
- Fernald, M. L. 1970. *Gray's manual of botany. D. Van Nostrand Co. New York. 1632 p.*
- Fisher, J. J. and Simpson, E. J. 1979. Washover and tidal sedimentation rates as environmental factors in development of a transgressive barrier shoreline. In: Leatherman, S. P. (ed.). *Barrier islands from the Gulf of St. Lawrence to the Gulf of Mexico. Academic Press. New York. 325p.*
- García, C. 1982. Análisis de la vegetación de las dunas estabilizadas de la región del Morro de la Mancha, Ver. Tesis profesional. Fac. de Ciencias UNAM. 100 p.

- García, E. 1969. Distribución de la precipitación en la República Mexicana, UNAM. Bol. Inst. Geogr. 1: 2-30.
- 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM Instituto de Geografía. Mexico. 246 p.
- Gauch, H.G.Jr. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge University Press. Cambridge. 298 p.
- González Medrano, F. 1972. La vegetación del Nordeste de Tamaulipas. An. Ins. Biol. UNAM 43 Ser. Bot. 1: 11-50.
- Goodall, D.W. 1954 a. Objective methods for the classification of vegetation. III. An essay in the use of factor analysis. Austr. J. of Bot. 2: 304-24.
- 1963. The continuum and the individualistic association. Vegetatio 11: 297-316.
- Grivel, P.F. 1979. Datos Geofísicos. Serie A. Oceanografía 5. UNAM, Mexico.
- Guevara, S. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras: esquema de investigación. Biotica 7(4): 603-610.
- Hill, M.O. 1973. Reciprocal averaging: An eigenvector method of ordination. J. Ecol. 61: 237-49.
- 1974. Correspondence analysis: A neglected multivariate method. J. Royal Statistical Society, Series C, 23: 340-54.
- , Bunce, R.G.H. and Shaw, M.W. 1975. Indicator species analysis, a divisive polythetic method of classification and its application to a survey of native pinewoods in Scotland. J. Ecol. 63: 597- 613.
- 1979 a. DECORANA: a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ithaca, New York. Cornell University.
- 1979 b. TWINSPLAN: a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered Two-Way table by classification of the individuals and attributes. Ithaca, New York. Cornell University.
- Hitchcock, A.S. 1971. Manual of the grasses of the United States. Dover Pub. New York. pp. 680-917.

- Hooker and Jackson. 1893. Index Kewensis plantarum phanerogamarum. Oxonii e Prelo Clarendoniano. Fasciculus I et II.
- Inman, D.L. and Nordstrom, E.C. 1971. On the tectonic and morphologic classification of coast. *J. Geology*. 79: 1-21.
- INSTITUTO DE GEOFISICA. Tablas de Predicción de Mareas. UNAM, Mexico. 1985.
- Jackson, M.L. 1976. Análisis Químico de Suelos. Ed. Omega. 662 p.
- Jáuregui, O.E. 1967. Las ondas del Este y los ciclones tropicales en México. *Revista de Ingeniería Hidráulica*. Vol.XXI-3 Mexico.
- Jones, F. B. 1975. Flora of the Texas coastal bend. Rob Bessie Welder (ed.). Wildlife Found. Mission Press. Texas. 267p.
- Lambert, J.M. and Dale, M.B. 1964. The use of statistics in phytosociology. *Adv. Ecol. Res.* 2: 59-99. In: Gauch 1982.
- Lankford, R.A. 1977. Coastal Lagoons of Mexico, their origin and classification. *Estuarine Processes*. Vol II. Academic Press. New York. pp. 182- 215.
- Lowman, S.W. 1949. Sedimentary facies in Gulf coast. *Bull. Am. Assn. Petrol. Geols.* 33 (12): 1939-1977.
- Lynch, S.A. 1954. Geology of the Gulf of Mexico. In: Galtsoff, P. (ed.) Gulf of Mexico its origins, waters and marine life. U.S. Fish and Wild. Serv. Fish. Bull. 55: 57-86.
- Maarel, E. van der, Janssen, J.G.M. and Louppen, J.M.W. 1978. TABORD, a program for structuring phytosociological tables. *Vegetatio* 38: 143-156.
- 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetation* 39: 97-114.
- Marmer, H.A. 1954. Tides and sea level in the Gulf of Mexico. In: Galtsoff, P. (ed.) Gulf of Mexico its origins, waters and marine life, U.S. Fish and Wild. Serv. Fish Bull. 55: 101-118.
- Martínez y Ojeda, E. y González Medrano, F. 1977. Vegetación del sudeste de Tamaulipas, México. *Biótica* 2(2): 1-45.

- Moreno-Casasola, P., 1982 Ecología de la vegetación de dunas costeras: factores físicos. *Biotica* 7(4): 569-576.
- 1986. Sand movement as a factor in the distribution of plant communities in a coastal dune system. *Vegetatio* 65: 67-76.
- (manuscrito). Sand dune vegetation of Mexico and Central America. 34p.
- and Espejel, I. 1986. Classification and ordination of coastal sand dune vegetation along the Gulf and Caribbean sea of Mexico. *Vegetatio* (en prensa).
- Maarel, E. van der, Castillo, S., Pisanty, I., Huesca, M.L. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras: estructura y composición en el Morro de la Mancha. *Biotica* 7(4): 491-526.
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Ed. John Wiley and Sons Inc. New York. pp 547.
- Noy-Meir, I. and Whittaker, R.H. 1978. Recent developments in continuous multivariate techniques. In: R.H. Whittaker (ed.) *Ordination of plant communities*. The Hague Junk. pp. 337-378.
- Olson, J.S. 1958 Lake Michigan dune development, 1. Wind velocity profiles, *J. Geol.* 66: 345-35.
- Dosting, H.J. and Billings, W.D. 1942. Factors affecting vegetation zonation on coastal dunes. *Ecology* 23: 131-142.
- 1945. Tolerance to salt spray of plants of coastal dunes. *Ecology* 26: 85-89.
- Percival, M. 1974. Flora ecology of coastal scrub in southeast Jamaica. *Biotropica* 6: 104-129.
- Phleger, F.B. 1939. Foraminifera cores from the continental slope. *Bull. Geol. Soc. Am.* 50: 1395.
- Pisanty, I y García, C. 1984. El medio abiótico en el sistema de dunas costeras del Morro de la Mancha: análisis edáfico. Ponencia presentada en el 9o. Congreso Mexicano de Botánica. México, D.F. (manuscrito).

- Poogie, J.J. 1962. Coastal pioneer plants and habitat in the Tampico region, Mexico. Coastal Studies. Institute, Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana. Techn. Rep. 17A: 1-62.
- Porter, D. M. 1973. The vegetation of Panama: a review. In Raham, A. (ed.). Vegetation and vegetational history of Northern Latin America. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam. 393 p.
- Prieto, A. 1975. Historia, geografía y estadística del estado de Tamaulipas. Ed. Porrúa. México. 361p.
- Puig, H. 1976. Vegetation de la Huasteca, Mexique. Mission Archeologique et Ethnologique Francaise du Mexique. Collection etudes Mesoamericaines. Mexico. p 215-22.
- Rolshausen, F.W. 1947. Report of the committee on a treatise on marine ecology and paleocology. Natl. Res. Coun., Div. of Geol. and Geog. No. 7. p 1946-47.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. ed. Limusa. México. 431p.
- Sauer, J. 1967. Geographic reconnaissance of the seashore vegetation along the Mexican Gulf coast. Coastal Studies Institute. Louisiana State University. Baton Rouge Louisiana, Tech. Rep. 56. 59p.
- 1976. Problems and prospects of vegetational research in coastal environments. Geoscience and man. 14: 1-16.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Dirección General de Geografía y Meteorología. Datos climatológicos. SAR. México. 1982 periodo 1947-1970.
- Standley, P. C. 1937. Flora de Costa Rica. Museo Nacional de Costa Rica. San José, Costa Rica. América Central. 194p.
- Tamayo, J.L. 1962. Geografía General de México. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. IMIE. México. 4 tomos.
- Treviño, L.A. et. al. 1983. Caracterización y diagnosis de lagunas costeras de México: estado actual y evolución. Proyecto 2320. Instituto de Ingeniería, UNAM. 313p más anexos.
- Tongeren, V. 1984. FLEXCLUS a FORTRAN program. version 3.2. 6/02/84. Department of Geobotany. Nijmegen University.

- Van der Valk, A.G. 1974. Mineral cycling in coastal foredune plant communities in Cape Hatteras National Seashore. Ecology. 55(6): 1349-1358.
- Wagner, R.H. 1964. Ecology of Uniola paniculata in the dune strand habitat of North Carolina. Ecol. Monog. 34: 79-96.
- Westhoff, V. and Maarel, E. van der 1978. The Braun-Blanquet approach. In Whittaker, R.H. (ed.) Classification of Plant Communities. Junk. The Hague. pp.287-399.
- Williams, T. P. 1977. Fieldiana botany. Comprehensive index to the flora of Guatemala. Field Museum of Natural History. USA. Vol. 24. Parts 1-13.
- Williams, W.T. 1971. Principles of Clustering. Ann. Rev. Ecol. Syst. 2: 303-326.
- 1981. Underlying assumptions in numerical classification.
- and Lambert, J.M. 1961. Multivariate methods in plant ecology. III. Inverse association-analysis. J. Ecol. 49:717-29.
- Wishart, D. 1979. Clustan user Manual. Program Library Unit. Edimborough University. 175 p.
- Whittaker, R.H. (ed.) 1978. Ordination of Plant Communities. Junk. The Hague. 336 p.
- and Gauch, H.G. Jr. 1979. Evaluation of ordination techniques. In: R.H. Whittaker (ed.) Ordination of Plant Communities. Junk. The Hague. pp 277-336.

10. LISTA FLORISTICA.

	No.col.	Sitios
A I Z O A C E A E		
<i>Sesuvium portulacastrum</i> L. Pantropical.	741	(1,3,4,5)
A M A R A N T H A C E A E		
<i>Amaranthus greggii</i> Uline & Bray. Texas y México (costas del Golfo).	653	(1,2,3,4)
<i>Iresine celosia</i> L. Antillas y Norteamérica.	971	(3)
A S C L E P I A D A C E A E		
<i>Asclepias oenotheroides</i> Cham. & Schlech. Norteamérica.	767	(5)
B O R A G I N A C E A E		
<i>Heliotropium curassavicum</i> L. Pantropical.	711	(1,2,3)
B U R S E R A C E A E		
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. Neotropical.	725	(4)
C A C T A C E A E		
<i>Opuntia stricta</i> var. <i>dillenii</i> (Ker-Bawl), L. Benson. Texas y México.	NC	(4,5)
C A R Y O P H Y L L A C E A E		
<i>Paronychia mexicana</i> (T.B. Brandg.) Chaudhri. México.	707	(1,2,3)
C E L A S T R A C E A E		
<i>Crossopetalum uragoga</i> O. Kuntze. México (Oaxaca, Veracruz, Jalisco, Tamaulipas, Cd. Valles)	730	(3,4)
C H R Y S O B A L A N A C E A E		
<i>Chrysobalanus icaco</i> L. Trasatlántica y costa oeste americana.	677	(1,3,4,5)
C O M B R E T A C E A E		
<i>Conocarpus erecta</i> L. Neotropical.	667	(1,2,5)
C O M P O S I T A E		
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. México, Florida y Canadá.	840	(2,3,4,5)
<i>Bidens pilosa</i> L. Neotropical.	617	(3,4)
<i>Borrichia frutescens</i> (L.) D.C. Norteamérica.	671	(1,2,3,4,5,)

<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist. Neotropical.	870 (4)
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk. Neotropical.	706 (2)
<i>Eupatorium betonicifolium</i> Robinson. Continente americano.	735 (3,4)
<i>Heterotheca latifolia</i> Wagenkn. costas de Norteamérica hasta Guatemala.	719 (4)
<i>Iva asperifolia</i> Lees. costas del Golfo de México.	856 (2,3,4)
<i>Melanthera aspera</i> (Jacq.) Small. Pantropical.	1083 (4)
<i>Palafoxia lindenii</i> Gray. México.	698 (1,2,3,4,5)
<i>Palafoxia texana</i> var. <i>robusta</i> (Rydb.) Turner & Morris. Continente y costas del este de norteamérica.	877 (1,2,3)
<i>Solidago scabrida</i> D.C. México (Zacatecas, Chihuahua, Coahuila, S.L.P., Oaxaca, Veracruz, Tamaulipas)	737 (3)
<i>Solidago</i> sp.	733 (3)
C O N V O L V U L A C E A E	
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Sweet. Pantropical.	665 (1,2,3,4,5)
<i>Ipomoea stolonifera</i> (Cyrill) Gmel. Pantropical.	715 (1,2,3,4,5)
C R U C I F E R A E	
<i>Cakile geniculata</i> Millsp. Costa del Golfo de México (norte), Honduras, Antillas y Colombia.	773 (3,5)
C Y P E R A C E A E	
<i>Cyperus articulatus</i> L. Pantropical.	923 (1,2,3)
<i>Cyperus ligularis</i> Pantropical.	703 (2)
<i>Eleocharis geniculata</i> Roem & Schult. Neotropical.	631 (1,2)
<i>Fimbristylis castanea</i> Vahl. Costa Rica, Texas y México.	908 (1,2,4,5)
<i>Fimbristylis spadicea</i> (L.) Vahl. Neotropical.	702 (1,2,3,4,5)
<i>Fimbristylis spathacea</i> Roth. Pantropical.	688 (1,2)
<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl.) Gale. Neotropical.	732 (4)
E U P H O R B I A C E A E	
<i>Acalypha radians</i> Torr. Texas y México.	768 (5)

<i>Chamaesyce dioica</i> (HBK) Millsp. México, Honduras, Nicaragua, Rep. Dominicana.	923 (2,3)
<i>Chamaesyce amanioides</i> (HBK) Small. Antillas y costa del este de América.	744 (3,4,5)
<i>Croton glandulosus</i> L. Neotropical.	704 (1,2,3)
<i>Croton punctatus</i> Jacq. Neotropical	723 (1,2,3,4,5)
<i>Phyllanthus niruri</i> L. Pantropical.	NC (3,4,5)
E R Y T H R O X Y L A C E A E	
<i>Erythroxylum areolatum</i> L. Neotropical.	726 (3,4)
G R A M I N E A E	
<i>Cenchrus echinatus</i> L. Neotropical.	709 (2,3,4,5)
<i>Cenchrus longispinus</i> (Hackel- in Kneucker) Fern. Norteamérica.	757 (5)
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Beauv. Cosmopolita.	746 (2,3,4)
<i>Eustachys petraea</i> Desv. Neotropical.	659 (1)
<i>Panicum geminatum</i> (Forsk.) Pantropical.	878 (1,2,3,4)
<i>Panicum maximum</i> Jacq. Pantropical.	NC (2,3,4,5)
<i>Panicum repens</i> L. Amplia distribución en el Golfo de México y Antillas.	683 (1,2,5)
<i>Paspalum setaceum</i> (Michx.) Norteamérica.	710 (2,3,5)
<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz. Pantropical.	664 (1)
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth. Pantropical.	873 (1,2,3,5)
<i>Uniola paniculata</i> L. Norteamérica.	684 (1,2,4)
Gramineae no identificada	876 (1,2)
L E G U M I N O S A E	
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd. Continente americano.	762 (2,4,5)
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd. Pantropical.	680 (1,2,3,4,5)
<i>Caesalpineia bonduc</i> (L.) Roxb. Pantropical.	701 (1,2,3,4,5)
<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) D.C. Pantropical.	1064 (4,5)

Chamaecrista chamaecristoides (Collad.) I & B Costa del Golfo de México y Jamaica.	676 (1,2,3,4,5)
Indigofera suffruticosa Mill. Antillas, Centro America hasta Panamá, Texas y México.	700 (2,3,4,5)
Tephrosia cinerea (L.) Pers. Antillas, México, Venezuela.	753 (2,5)
L O R A N T H A C E A E	
Phoradendron tamaulipense Trel. Continente americano.	NC (1)
M A L V A C E A E	
Hibiscus pernabucensis Anuda. México y Brasil.	1065 (2,3)
M Y R T A C E A E	
Psidium guajava L. Neotropical.	NC (5)
N Y C T A G I N A C E A E	
Okenia hypogaea Schecht & Cham. Costa Este y Oeste de Norteamérica.	NC (1)
D N A G R A C E A E	
Oenothera drummondii (Hook.) Costa Este y Oeste de Norteamérica.	656 (1,3,4,5)
P O L Y G O N A C E A E	
Coccoloba uvifera (L.) Swartzii. Antillas y costa del este de América hasta Venezuela.	712 (3,4)
R U B I A C E A E	
Chiococca alba (L.) Hitchc. Neotropical.	769 (1,3,4,5)
Randia laetevirens Standley. Florida, Antillas y Costa del Golfo de México.	675 (1,2,3,4,5)
S C R O P H U L A R I A C E A E	
Bacopa monnieri (L.) Pennell. Costa del Sudeste de Estados Unidos y México.	NC (2,3)
Stemodia tomentosa (Mill.) Greenm & Thomps. Texas y México.	637 (1,2,3,4,5)
S O L A N A C E A E	
Physalis viscosa L. Costa del Sudeste de Estados Unidos y México.	776 (5)
S T E R C U L I A C E A E	
Waltheria indica L. Cosmopolita tropical.	714 (3,4,5)

T U R N E R A C E A E

Turnera ulmifolia L.
Antillas y continente americano.

699 (2,3,4,5)

U M B E L I F E R A E

Hydrocotyle bonariensis Lam.
Trasatlántica de ambos continentes.

830 (1,2)

V E R B E N A C E A E

Phyla nodiflora (L.) Mich.
Pantropical.

651 (1,2,3,4,5)

No identificada

Especie

639 (1,2,3)

***** S I T I O S**

- 1) Bocatoma sur.
- 2) Bocatoma norte.
- 3) Barra Chavarría sur.
- 4) Barra Chavarría norte.
- 5) Barra del Tordo.

Apéndice Ia
CENTROIDES DE TAMAULIPAS
(2º nivel de clasificación)

	7	5	1	4	1	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1
31 IPOM PESC	6	5	3	4	5	2				1		1		3	1		3		
38 PANI GEMI		1	1	1	1	9		2	2	2	6	0	7		1			1	1
20 CYPE AKTI									1		1	1	5						
47 SCLI SCAB								2	2	2	7						1		7
25 FIMB SPAD					1			1	2		2	9	2					1	
49 STEM TUME					1			2	9	2	5	2	2		1				
50 TLPH CINE									1						1	8		1	1
3 ACAL FADI									1						6			1	3
7 BIDE PILG		1							1	2								1	2
18 CHOS URAG									1									1	1
1 ACAC CORN									2							1		1	1
14 CHIC ALBA							2	1							3			2	1
39 PANI MAXI								1		2								2	1
13 CHAM CHAM			3		3	9	2	3	4	2					5	1		2	1
19 CROT PUNC	2	2	5	9	3	6	6	3	2						5	3		2	4
32 IPGM SIGL	7	2	6	3	3	2	4	2							5	3	7	2	1
37 FALA TEXA	1		1	1	1			1	4	1		2	5	2	5	6		2	3
48 SPCR VIRG	5	5	5	3	6	2	4	2		2	4	1		4	1	1		2	
52 UNTU PANI			9	2		3	3												2
8 BCKR FRUT			1			1		4	2	9	5	5	7		2			1	3
34 LIFP NODT		1		9	1			5	5	5	4	8			3			1	1
36 PALA LIND			1		3			2	1	2	7	1			1	1			
44 DAND LAET					1			3	2	5	1				2	3		9	6
2 ACAC FARN								9	1		1				1			1	2
5 AMUR ARTE						1													1
6 BACG MURN											1	1	5						
9 CAES BOND								2								1		9	1
10 CAKI GENI									1					9					
11 CENC ECHI								1								3			
12 CHAF AMMA		1												2					
17 CCNO EREC						1							2						
21 DACT ALGY								2			1	1			1				
23 ERYT MEXI									2										2
24 ESPE 0639											1	2	2						
26 FIMU SPAT				3				4			2	6							
27 HELI CUWA										1					1				
29 HIDR BONA										1	2	5							
30 INDI SUPP										1								1	1
35 GENG DRUM	6		1		2									1					
41 PARO MEXI										1		1							
45 RYNC RUGO									1	4									
46 SESU PORT		3															9		
51 TLPH ULMH								1											1
4 AMAR GFUG				1															
15 CTRY ICAC																			9
16 CIPE LIGU												1							
22 ELEO GENI															1				
28 HIBI PEKA																			9
33 IVA ASPE											2								
40 PANI HEPE								1											
42 PASP SETA										1									
43 PSID GUAJ																			8
53 KALT INDI		1																	6

FLEXCLLS PASE FOUR : TABULATION OF RESULTS

PRINT OF CLUSTER CHARACTERISTICS, FINAL RESULT

CLUSTER NUMBER: 1 SIZE: 7

SPECIES	FREQUENCY	DOMINANCE	MEAN	S.E.M.	MINIMUM	MAXIMUM
AMAR GREG	0.1429	0.0204	0.1429	0.1429	0.0000	1.0000
AMER ARTE	0.1429	0.0204	0.1429	0.1429	0.0000	1.0000
BICE PILU	0.1429	0.0204	0.1429	0.1429	0.0000	1.0000
BOHR FRUT	0.2857	0.0816	0.2857	0.1844	0.0000	1.0000
CHAM AVMA	0.1429	0.0204	0.1429	0.1429	0.0000	1.0000
CHAM CHAM	0.5714	1.3878	2.4286	1.2122	0.0000	9.0000
CHIO ALBA	0.1429	0.0408	0.2857	0.2857	0.0000	2.0000
CONU EREC	0.1429	0.0204	0.1429	0.1429	0.0000	1.0000
CRCT PUNC	1.0000	4.7143	4.7143	0.9689	2.0000	9.0000
FIMB SPAD	0.1429	0.0204	0.1429	0.1429	0.0000	1.0000
FIMB SPAT	0.1429	0.0612	0.4286	0.4286	0.0000	3.0000
IPCM PESC	0.8571	3.5510	4.1429	1.1004	0.0000	9.0000
IPCM STOL	1.0000	3.8571	3.8571	0.7377	2.0000	7.0000
LIPP NODI	0.4286	0.6735	1.5714	1.2508	0.0000	9.0000
UENO DRUM	0.4286	0.5510	1.2857	0.9371	0.0000	6.0000
PALA LIND	0.2857	0.1633	0.5714	0.4286	0.0000	3.0000
PALA TEXA	0.5714	0.3265	0.5714	0.2020	0.0000	1.0000
PANI GEMI	0.7143	1.2265	1.6571	1.2037	0.0000	5.0000
HAND LAET	0.1429	0.0204	0.1429	0.1429	0.0000	1.0000
SESU PCRT	0.1429	0.0612	0.4286	0.4286	0.0000	3.0000
SPOR VIRG	1.0000	4.8571	4.8571	0.8571	2.0000	9.0000
STEM TOME	0.1429	0.0204	0.1429	0.1429	0.0000	1.0000
UNIO PANI	0.5714	1.3878	2.4286	1.2122	0.0000	9.0000
WALT INDI	0.1429	0.0204	0.1429	0.1429	0.0000	1.0000

CLUSTER NUMBER: 2 SIZE: 2

SPECIES	FREQUENCY	DOMINANCE	MEAN	S.E.M.	MINIMUM	MAXIMUM
ACAC CCRN	*N.D.*	*N.D.*	0.5000	*N.D.*	0.0000	1.0000
ACAC FARN	*N.D.*	*N.D.*	0.5000	*N.D.*	0.0000	1.0000
ACAL RADI	*N.D.*	*N.D.*	3.0000	*N.D.*	0.0000	6.0000
BOHR FRUT	*N.D.*	*N.D.*	1.0000	*N.D.*	0.0000	2.0000
CAES BCND	*N.D.*	*N.D.*	0.5000	*N.D.*	0.0000	1.0000
CENC ECHI	*N.D.*	*N.D.*	1.5000	*N.D.*	0.0000	3.0000
CHAM CHAM	*N.D.*	*N.D.*	3.0000	*N.D.*	1.0000	5.0000
CHIO ALBA	*N.D.*	*N.D.*	1.5000	*N.D.*	0.0000	3.0000
CRCT PUNC	*N.D.*	*N.D.*	4.0000	*N.D.*	3.0000	5.0000
DACT AEGY	*N.D.*	*N.D.*	0.5000	*N.D.*	0.0000	1.0000
ELED GENI	*N.D.*	*N.D.*	0.5000	*N.D.*	0.0000	1.0000
HELI CURA	*N.D.*	*N.D.*	0.5000	*N.D.*	0.0000	1.0000
IPCM PESC	*N.D.*	*N.D.*	0.5000	*N.D.*	0.0000	1.0000
IPCM STOL	*N.D.*	*N.D.*	5.0000	*N.D.*	3.0000	7.0000
LIPP NODI	*N.D.*	*N.D.*	1.5000	*N.D.*	0.0000	3.0000
PALA LIND	*N.D.*	*N.D.*	1.0000	*N.D.*	1.0000	1.0000

PANI GIMI	*N.D.*	*N.D.*	0.5000	*N.D.*	0.0000	1.0000
PAND LALT	*N.D.*	*N.D.*	2.5000	*N.D.*	2.0000	3.0000
SPOB VIRG	*N.D.*	*N.D.*	1.0000	*N.D.*	1.0000	1.0000
STEM TOME	*N.D.*	*N.D.*	0.5000	*N.D.*	0.0000	1.0000
TEPH CINE	*N.D.*	*N.D.*	4.5000	*N.D.*	1.0000	8.0000

cluster 2

CLUSTER NUMBER: 3 SIZE: 1

SPECIES	FREQUENCY	DOMINANCE	MEAN	S.E.M.	MINIMUM	MAXIMUM
IPGM PESC	*N.D.*	*N.D.*	3.0000	*N.D.*	3.0000	3.0000
SESU PCFT	*N.D.*	*N.D.*	9.0000	*N.D.*	9.0000	9.0000
SPOB VIRG	*N.D.*	*N.D.*	2.0000	*N.D.*	2.0000	2.0000

CLUSTER NUMBER: 4 SIZE: 4

SPECIES	FREQUENCY	DOMINANCE	MEAN	S.E.M.	MINIMUM	MAXIMUM
ACAC CERN	1.0000	2.2500	2.2500	1.2500	1.0000	6.0000
ACAC FARN	0.5000	0.3750	0.7500	0.4787	0.0000	2.0000
ACAL RADI	0.7500	0.9375	1.2500	0.6292	0.0000	3.0000
AMBR ARTE	0.2500	0.0625	0.2500	0.2500	0.0000	1.0000
BICE PILO	0.7500	1.1250	1.5000	0.6453	0.0000	3.0000
BOBR FRUT	0.7500	0.9375	1.2500	0.6292	0.0000	3.0000
CAES BOND	0.5000	1.2500	2.5000	2.1794	0.0000	9.0000
CHAM GHAM	0.7500	0.7500	1.0000	0.4082	0.0000	2.0000
CHIO ALBA	1.0000	2.2500	2.2500	0.6292	1.0000	4.0000
CHRY ICAC	0.2500	0.5625	2.2500	2.2500	0.0000	9.0000
CROS URAG	0.7500	0.7500	1.0000	0.4082	0.0000	2.0000
CROT PUNC	1.0000	2.0000	2.0000	0.7071	1.0000	4.0000
FIMB SPAD	0.2500	0.0625	0.2500	0.2500	0.0000	1.0000
INBI SUFF	0.5000	0.2500	0.5000	0.2887	0.0000	1.0000
IPGM STOL	1.0000	1.7500	1.7500	0.4787	1.0000	3.0000
LIPP NCDI	0.7500	0.7500	1.0000	0.4082	0.0000	2.0000
PALA TEXA	1.0000	3.0000	3.0000	1.0801	1.0000	6.0000
PANI GEMI	0.5000	0.2500	0.5000	0.2887	0.0000	1.0000
PANI MAXI	1.0000	2.5000	2.5000	1.1902	1.0000	6.0000
PSID GUAJ	0.2500	0.5000	2.0000	2.0000	0.0000	8.0000
RAND LAET	1.0000	7.7500	7.7500	0.6292	0.0000	9.0000
SOLI SCAB	0.2500	0.0625	0.2500	0.2500	0.0000	1.0000
STEM TOME	0.5000	0.2500	0.5000	0.2887	0.0000	1.0000
TEPH CINE	0.5000	0.2500	0.5000	0.2887	0.0000	1.0000
TURN ULMI	0.2500	0.0625	0.2500	0.2500	0.0000	1.0000
UNIO PANI	0.7500	0.9375	1.2500	0.4787	0.0000	2.0000

CLUSTER NUMBER: 5 SIZE: 6

SPECIES	FREQUENCY	DOMINANCE	MEAN	S.E.M.	MINIMUM	MAXIMUM
ACAC CERN	0.1667	0.0556	0.3333	0.3333	0.0000	2.0000
ACAC FARN	0.5000	0.9167	1.8333	1.4472	0.0000	9.0000
ACAL RADI	0.1667	0.0278	0.1667	0.1667	0.0000	1.0000
BACO MGNM	0.5000	0.5833	1.1667	0.7923	0.0000	5.0000
BICE PILO	0.1333	0.1667	0.5000	0.3416	0.0000	2.0000
BOBR FRUT	1.0000	5.3333	5.3333	1.0853	2.0000	9.0000
CAES BOND	0.1667	0.0556	0.3333	0.3333	0.0000	2.0000
CAKI GEMI	0.1667	0.0278	0.1667	0.1667	0.0000	1.0000
CENC ECHI	0.1667	0.0278	0.1667	0.1667	0.0000	1.0000
CHAM CHAM	0.5000	0.7500	1.5000	0.7188	0.0000	4.0000

CPLI LIGU	0.1667	0.0278	0.1667	0.1667	0.0000	1.0000
CONU FREC	0.1667	0.0556	0.3333	0.3333	0.0000	2.0000
CHLS UFAS	0.1667	0.0278	0.1667	0.1667	0.0000	1.0000
CKLT PLNC	0.5000	0.5000	1.0000	0.5164	0.0000	3.0000
CYFE ARTI	0.6667	0.8889	1.3333	0.7601	0.0000	5.0000
DACT ALGY	0.5000	0.3333	0.6667	0.3333	0.0000	2.0000
ERYT MEXI	0.1667	0.0556	0.3333	0.3333	0.0000	2.0000
ESPE OG39	0.5000	0.4167	0.8333	0.4014	0.0000	2.0000
FIMU SPAU	0.8333	2.2222	2.6667	1.3081	0.0000	9.0000
FIME SPAT	1.0000	1.0000	2.0000	1.0328	0.0000	6.0000
HELI CURA	0.1667	0.0278	0.1667	0.1667	0.0000	1.0000
HIDR BUNA	0.3333	0.3889	1.1667	0.8333	0.0000	5.0000
INDI SUFF	0.1667	0.0278	0.1667	0.1667	0.0000	1.0000
IPCM PESC	0.3333	0.1111	0.3333	0.2108	0.0000	1.0000
IPCM STOL	0.1667	0.0556	0.3333	0.3333	0.0000	2.0000
IYA ASPE	0.1667	0.0556	0.3333	0.3333	0.0000	2.0000
LIPP NLDI	0.8333	3.7500	4.5000	1.0567	0.0000	8.0000
PALA LIND	0.8333	1.6667	2.0000	0.8563	0.0000	6.0000
PALA TEXA	0.8333	1.8056	2.1667	0.7923	0.0000	5.0000
PANI GEHI	1.0000	4.1667	4.1667	0.9804	2.0000	7.0000
PANI MAXI	0.3333	0.1667	0.5000	0.3416	0.0000	2.0000
PANI REPE	0.1667	0.0278	0.1667	0.1667	0.0000	1.0000
PARO MEXI	0.3333	0.1111	0.3333	0.2108	0.0000	1.0000
PASP SETA	0.1667	0.0278	0.1667	0.1667	0.0000	1.0000
RAND LAET	0.6667	1.2222	1.8333	0.7923	0.0000	5.0000
RYNC RUGO	0.3333	0.2778	0.8333	0.6540	0.0000	4.0000
SOLI SCAB	0.6667	1.4444	2.1667	1.0462	0.0000	7.0000
SPOR VIRG	0.6667	1.0000	1.5000	0.6191	0.0000	4.0000
STEM TCME	1.0000	3.6667	3.6667	1.1738	2.0000	9.0000
TEPH CINE	0.1667	0.0278	0.1667	0.1667	0.0000	1.0000
TUAN ULMI	0.1667	0.0278	0.1667	0.1667	0.0000	1.0000

Cluster 5

CLUSTER NUMBER: 6 SIZE: 1

SPECIES	FREQUENCY	DOMINANCE	MEAN	S.E.M.	MINIMUM	MAXIMUM
BORR FRUT	*N.D.*	*N.D.*	5.0000	*N.D.*	5.0000	5.0000
CAES BOND	*N.D.*	*N.D.*	5.0000	*N.D.*	5.0000	5.0000
CRUT PUNC	*N.D.*	*N.D.*	2.0000	*N.D.*	2.0000	2.0000
ERYT MEXI	*N.D.*	*N.D.*	2.0000	*N.D.*	2.0000	2.0000
HIEI PERA	*N.D.*	*N.D.*	9.0000	*N.D.*	9.0000	9.0000
RAND LAET	*N.D.*	*N.D.*	5.0000	*N.D.*	5.0000	5.0000
SOLI SCAB	*N.D.*	*N.D.*	7.0000	*N.D.*	7.0000	7.0000

CLUSTER NUMBER: 7 SIZE: 1

SPECIES	FREQUENCY	DOMINANCE	MEAN	S.E.M.	MINIMUM	MAXIMUM
CAKI GENI	*N.D.*	*N.D.*	9.0000	*N.D.*	9.0000	9.0000
CHAM AMMA	*N.D.*	*N.D.*	2.0000	*N.D.*	2.0000	2.0000
IPCM PESC	*N.D.*	*N.D.*	3.0000	*N.D.*	3.0000	3.0000
IPCM STOL	*N.D.*	*N.D.*	5.0000	*N.D.*	5.0000	5.0000
OEND DAUM	*N.D.*	*N.D.*	1.0000	*N.D.*	1.0000	1.0000
PALA TEXA	*N.D.*	*N.D.*	2.0000	*N.D.*	2.0000	2.0000
SPOR VIRG	*N.D.*	*N.D.*	4.0000	*N.D.*	4.0000	4.0000

ORDERED TABLE REQUESTED

REQUESTED CLUSTER ORDER ACCORDING TO HA

AGRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
* CAES BOND	9	9	7	9	9	9	7	6	9	4	9	8	9	7	8	8	4	4	9	9	8
RAND LAET																					
CRPT PUNC	4	2	3	7	5	7	2	6	2	3	2										
PALA TETA	1	1	5	1	5				3									2	2	1	
BORA FRUT									8	3	3	4	3	3	1	7	1	3			
BORA FRUT		5																			2
PAHT HAYE	7			6																	
SPRA VIRB	4																				1
LEPH STOL		4	4		3		2								5						
ACAF TRAM		2																			4
PSID GARS				3																	
MOEL PADI			2	2																	3
AMOR ARTE				1	2																3
STEN TONE				2																	
TEPH CINE				3	1																3
INDI SUFE																				2	
CHAM CHAM					4				2	7						2	3				
TUAN VIKI					3																2
CHIO ALCA						4							3								7
SOLI SCAB									1	3	5										
IFES CELO									6												
LIPP NODI												3		3	2					6	
CHAM AMAR										1											
PARO HEXT										2											
YUNO PAUL												9	7		1					3	2
BIDE MID												8	3	8	7	6				6	6
OPUN STRA												1									
SEOS URAG														6						4	5
VARY ICAC															6						
PANI GENI																1	5				3
PALA LIND																		2			
BUPS SIMA																					8
COCC UVI																					9
PHOR TAMA																					

AGRUPO	17	2	2	2	2
ESPECIE	6	4	7	4	4
* HIGI PEAR	9	9	9	9	9
SOLI SCAB	7	3	5		
RAND LAET	7	6			
BORA FRUT	4	3			
CAES BOND	2	4			
CRPT PUNC	2				
FRYT HEXI	5				

HGRUP	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49					
*FINB SPAT	2	7	9	8	7	6	5	9	9	9	8	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9				
*BDR FRUT	5	4	8	4	4	1	1	4	9	1																										
PAHI GENE	9	6	7	4	4	3	3				8			4		3	8	1	2				2	4	5	2	4				4					
PAIA TERA				6	5	3	6	5	5	3																										
FINB SPAT	2			4	4	1	1				6	6																								
LIPP NODE	2	4	2	4	4	2			3	5	6	2	5	5	3	4																				
BACO MOUN	2						2																									2				
ESPE US39	3								3	7							6	4								2										
HYDR GONA					4	2			3	4		4	3																							
CYPE ARTY		4				6					3																									
PAIA LIND		1																																		
IPOH PESC		1																																2		
STEM TOME		1						3	4		5			9																				1		
SPOV VIRG	1				2		2	2	2		2			3	2																	1	4	1		
CYPE LIGU			1								2	3																								
PRO MEYT				3																																
CHAH CHAN						1																														
DACT REGV						2						3																							2	
IPOH STOL								3																											2	
ACAC FARN																																				
TURN ULMI							1						1																							
GRAM 876									1																											
IVA ASPE											4																									
CONO EREC														1																						
CEUC ECHI																																				
SOVI SCAR															2																					
CRDT PUNC																				1		3													4	
CHAH DIOT																																			5	
RYNH PUGO																6																				
ECLI AIBA																						1														
UNIQ PANT																																				
RAHD LAST																																				
WELL CURA																																				
AHOR ARTE																																				4
A HAR GRIG																																				8

AGROUP	#	5	5
ESPE	100	2	100
PANI REPE	9	7	6
TEPH CINE		7	5
ANDR ARTE		6	2
ACAL AABI		5	6
STEM TOME		3	9
CEUC ECHI		4	1
CRDT PUNC		1	
ACAC FARN	3		5

AGROUP	#	4	1	1	1
PAIA LIND	1				
PANI REPE	3				
PANI GENE	1				
ACAC FARN	1				
DACT REGV	3				

GRUP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
GRUP 3	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
# CHAM CHAM	8	9	8	8	4	7	9	9	9	7	9	8	4	9	9	8	8	9	9	7	7	5	2	6	8	8					
CROT PUNC	5	5	4	4	5	5	3				2	6																			
GENO LAUK	2	3	2	1	3																										
PALA LIND						4	8				1	6	3	5	5	1															
LTPP NODT	7	7	6	5		8	3	2	7	2	2	1	1	3																	
PAU REPE		1																													
IPOH PESC	1			2	1																										
SPDR VIRG	2			1	2												2														
IPOH STOL	2	2		2					5	3		3																		4	
CHAM DIOT		1												2																	
FINH SPAT																															
SPDR VIRG					2																										
DACT AEGY							2																								
CAES BOND										1																					
AHAR ARTE											4																				
PAU GENI											8		3																		
STEM TOHE											3																				
KAND LAET												3	3	6			2														
INDI SUFF												5				1	3														
PANC HANI												7																			
BIDE PILO												4																			
PHIO ALBA												3																			
TURN UNI												4																			
CVPE ARTY														3																	
BORR FRUT														5		2															
SOAT SCAB																5															
PALA TEXA																		6			5										
WALT INDI															1																
KYNC RUGO																		1													
CENC ECHY																															
AHAR GREY																															
UNIO PANI																															
GBAH 876																															
HELI CURA																															
CHAM ROSE																															
HETE LATI																															
PANG SPAD																															
ACAC FARU																															
IVA ASPE																															
SESU PORT																															
CHAM ANHA																															

515

APENDICE 2.

En este apartado se describen brevemente los grupos y agrupaciones obtenidos con base en su composición florística y estructura.

En la parte de composición florística se indica para los grupos, a las especies constantes que los conforman y sus características generales, y para las agrupaciones se refiere a las especies características y acompañantes de cada una de ellas. Para la parte de estructura de las agrupaciones se mencionan los estratos y formas de crecimiento dominantes.

Se menciona también su distribución en la zona de estudio y aunque no es totalmente comparativo se presenta una referencia bibliográfica de la distribución en el Golfo y Caribe mexicanos para algunas especies.

DESCRIPCIÓN PARTICULAR DE GRUPOS Y AGRUPACIONES,

1) Zona de vegetación pionera.

GRUPO I. SESUVIUM PORTULACASTRUM.

Este grupo presenta solo una agrupación (No.6) representada por 16 levantamientos. En la zona de estudio generalmente aparece en la playa formando dunas embrionarias aisladas, antes de que comiencen a aparecer otras plantas pioneras. En menor grado se encuentra cerca del primer cordón conformando cordones bajos ó montículos con sustrato móvil (arena suelta). La especie característica del grupo, *Sesuvium portulacastrum* también nombra a la agrupación, y es una herbácea decumbente suculenta. Las especies que la acompañan son; *Ipomoea pes-caprae* y *Sporobolus virginicus* con valores bajos de cobertura. *Sesuvium portulacastrum* es una especie que soporta aspersion salina y acreción de arena y cuando es fragmentada por tormentas, sus pedazos son capaces de volver a establecerse (González Medrano, comunicación personal). Esta agrupación se encuentra a lo largo del Golfo de México y Mar Caribe y la especie característica es de distribución pantropical (Sauer, 1967; Moreno Casasola, 1986). Presenta solo un estrato herbáceo de 10 a 30 cm.

GRUPO II. CAKILE GENICULATA.

El grupo presenta una sola agrupación (No. 22) representada por 9 levantamientos que solo aparecen en Barra del Tordo. La agrupación aparece generalmente en la playa muy cerca de la línea de marea alta creciendo en zonas con movimiento de arena. La especie característica es una halófito anual de hojas suculentas (Castillo, en prensa). En esta agrupación pueden presentarse *Ipomoea stolonifera*, *Sporobolus virginicus*, *Ipomoea pes-caprae*, *Chamaecrista chamaecristoides*. Presenta un estrato de 10 a 40 cm de altura con cobertura vegetal abierta. *Cakile geniculata* se distribuye en la costa norte del Golfo de México (Moreno Casasola, 1986), Honduras, Colombia, Venezuela y Las Antillas (Fernald, 1970).

GRUPO III. SPOROBOLUS VIRGINICUS, CROTON PUNCTATUS, IPOMOEA STOLONIFERA.

Este grupo se distribuye desde el primer cordón de dunas hasta las hondonadas. Se compone de siete agrupaciones con un total de 380 levantamientos. Quedan agrupadas aquí debido a que comparten a las especies que nombran al grupo, las cuales presentan una frecuencia del 20% al 90% en todas las agrupaciones del grupo. En general, se encuentran aquí las agrupaciones con mayor número de levantamientos (de 15 a 90), y en cada una de las agrupaciones dominan diferentes especies llamadas pioneras.

Agrupación 7. *Sporobolus virginicus*.

La agrupación se compone de 58 levantamientos en los cuales *Sporobolus virginicus* es la especie característica. Esta especie es una gramínea perenne con numerosos rizomas ampliamente extendidos y ramificados, estolonifera y de tallos erectos. Esta agrupación presenta dos tipos de asociación particular (ver Apéndice 1). Puede encontrarse acompañada de *Denothera drummondii* que es una herbácea arrosetada que puede alcanzar igual que *Sporobolus virginicus*, valores altos de cobertura. También como acompañantes se encuentran *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea stolonifera* y con menor frecuencia *Croton punctatus* pero con valores relativamente altos de cobertura. Por otra parte *S. virginicus* puede ocurrir sin *Denothera drummondii*, manteniéndose las especies men-

cionadas arriba ó completamente solo. La agrupación presenta un estrato herbáceo erecto, arrossetado y rastrero de 5 a 40 cm de alto. Cuando aparece *Croton punctatus* puede llegar hasta 60 cm. Se distribuye en el primer cordón de los cinco sitios, ocupando las pendientes y cimas de los mismos. La especie característica penetra a lo largo del sistema, presentando frecuencias y coberturas más bajas conforme se aleja de la playa. Esta especie es pantropical (Sauer, 1967).

Agrupación 5. *Ipomoea pes-caprae*.

Esta agrupación se compone de 43 levantamientos en donde la especie característica presenta valores altos de cobertura abundancia. *Ipomoea pes-caprae* es una herbácea rastrera cuyas ramas pueden extenderse ampliamente. Las especies que la acompañan son; *Sesuvium portulacastrum*, *Sporobolus virginicus*, *Ipomoea stolonifera* y *Croton punctatus*. La especie característica también puede aparecer sola. La agrupación presenta un estrato herbáceo erecto y rastrero de 10 a 30 cm. *Ipomoea pes-caprae* es muy frecuente a lo largo del Golfo y Caribe mexicanos (Moreno Casasola, 1986). Esta especie presenta distribución pantropical (Sauer, 1967).

Agrupación 4. *Croton punctatus*.

Esta agrupación contiene 90 levantamientos. La especie dominante, *Croton punctatus* se presenta a todo lo largo del sistema de dunas, desde la primera duna hasta la parte estabilizada. Se asocia con *Uniola paniculata*, *Amaranthus greggii*, *Palafoxia texana* var. *robusta*, *Ipomoea stolonifera*, *Ipomoea pes-caprae*, *Sporobolus virginicus* ó también puede crecer sola.

Croton punctatus es de distribución neotropical (Williams, 1977). Es una especie constructora de dunas y tolera considerable acreción de arena (Moreno Casasola, 1986). Oosting (1945) encontró que la distribución y sobrevivencia de esta especie no está relacionada con la aspersión salina. La agrupación presenta dos estratos, herbáceo rastrero, erecto y arrossetado (0.0-1.0m) y subarbustivo bajo (0.0-0.5m).

Agrupación 1. Uniola paniculata.

Esta agrupación aparece desde el primer cordón de dunas y puede extenderse hasta la zona estabilizada. La especie dominante y característica es una gramínea que alcanza hasta 1.5 m y con inflorescencia hasta de 2.5 m (Wagner, 1964). Esta especie aumenta vigorosamente su crecimiento con la acreción de arena y se inhibe con la erosión y el desenterramiento. Por sus hojas completamente xeromórficas soporta el rocío salino (Wagner, op.cit.).

La agrupación está representada por 66 levantamientos. Las especies que acompañan a *Uniola paniculata* son: *Croton punctatus*, *Sporobolus virginicus*, *Ipomoea stolonifera*, *Chamaecrista chamaecristoides*, *Ipomoea pes-caprae*; también puede aparecer con, *Waltheria indica*, *Bidens pilosa*, *Crossopetalum uragoga*, *Chamaesyce ammanioides*. Presenta un estrato herbáceo erecto, rastrero, arrosado (0.0-1.5m) y un subarbusivo (0.0-0.6m) principalmente. Cuando aparece *Crossopetalum uragoga* se encuentra un estrato arbustivo de hasta 0.8m, pero su frecuencia de aparición es baja. La especie característica se distribuye de Estados Unidos hasta el norte de Veracruz. Sauer (1967) menciona la presencia de *Uniola paniculata* para un sitio en Tabasco pero Castillo (1984) no la encontró ahí.

Agrupación 3. Chamaecrista chamaecristoides.

La agrupación está representada con 72 levantamientos. *Chamaecrista chamaecristoides* es un subarbusivo pequeño (de 50 a 60 cm de alto) que florece y fructifica en la época lluviosa (Castillo, en prensa).

Sauer (1967) la reporta como elemento endémico del Golfo de México pero Percival (1974) la registra en los arbustos costeros de Jamaica. Las especies acompañantes de esta agrupación son: *Croton punctatus*, *Phyllanthus nodiflorus*, *Palafoxia texana* var. *robusta*, *Palafoxia lindenbergii*, *Uniola paniculata*, *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea stolonifera*.

La especie característica se distribuye a lo largo del sistema de dunas. Esta agrupación no se encontró en Barra del Tordo. Para el Golfo de México, su distribución se limita hasta Yucatán (Espel, 1986). Aparecen dos estratos, herbáceo (0.0-1.5m) y

subarbustivo (0.0-0.6m).

Agrupación 12. Panicum geminatum.

La especie dominante y característica de esta agrupación es muy frecuente en el sur de Tamaulipas. Se presenta acompañada de Croton punctatus, Sporobolus virginicus, Ipomoea stolonifera, Uniola paniculata. Panicum geminatum es una gramínea baja de tallos penachudos que crece de 25 a 80 cm de alto, escasamente suculenta y en la base, frecuentemente decumbente, puede presentar estolones ramificados. Crece en las partes húmedas y soporta agua superficial (Hitchcock, 1971).

En el sistema se distribuye desde la pendiente de sotavento hasta las hondonadas húmedas. Es un componente importante de la vegetación de la zona intermedia, pero se clasifica aquí debido a que domina en la zona de pioneras, presentando en la zona intermedia cierta codominancia (ver tabla sinóptica). No se encontró en Barra Chavarria Sur. La agrupación presenta un estrato herbáceo erecto y rastrero (0.0-1.0m) y uno subarbustivo (0.0-0.6m). Panicum geminatum presenta distribución pantropical (Standley, 1937).

Agrupación 11. Phyla nodiflora.

La especie dominante de esta agrupación, Phyla nodiflora es una especie rastrera con altura máxima de 10 cm, muy común en las zonas con sustrato húmedo. Esta agrupación se presenta en las partes planas del sistema de dunas. La especie característica es un componente importante de la vegetación de la zona intermedia, aunque también aparece en la parte de vegetación pionera, con una participación importante de Sporobolus virginicus que ocurre con una frecuencia del 60% y valores altos en la escala ordinal, así como con Ipomoea pes-caprae (50%). Otras especies que acompañan a esta agrupación son: Ficristylis spathacea, Chamaecrista chamaecristoides, Ipomoea stolonifera y Oenothera drummondii. Presenta estrato herbáceo rastrero, erecto y arrosado (0.0-0.3m) y uno subarbustivo (0.0-0.6). Esta agrupación no aparece en Barra del Tordo y queda representada por 36 levantamientos. La especie característica es pantropical (Sauer, 1967).

2) Zona intermedia.

GRUPO IV. *BORRICHIA FRUTESCENS*, *STEMODIA TOMENTOSA*, *PANICUM GEMINATUM*.

Para este grupo se obtuvieron 6 agrupaciones que presentan dentro de la tabla sinóptica una frecuencia entre el 20 y el 100% de las especies que lo nombran. Contiene en total 114 levantamientos. Este grupo se distribuye en las partes planas y hondonadas, en general con sustrato relativamente más húmedo.

Aquí son muy frecuentes las familias de gramíneas y cyperáceas, que dan las características fisonómicas de pastizal a esta zona.

Agrupación 16. *Borrichia frutescens*.

Esta agrupación contiene 14 levantamientos. La especie característica, *Borrichia frutescens* presenta valores altos de cobertura, puede aparecer acompañada de *Randia laetevirens* en las partes cercanas al matorral; también la acompañan *Panicum maximum*, *Bidens pilosa*, *Stemodia tomentosa*, *Solidago scabrida*, *Panicum geminatum* y *Chamaecrista chamaecristoides* entre otras.

Borrichia frutescens es una hierba erecta con hojas pubescentes que crece hasta 60 cm. González Medrano (1972) la reporta como halófito facultativa y puede crecer en el manglar (Puig, 1976). Se distribuye en las Antillas y costa del este del continente americano (Sauer, 1967) de Florida hasta México (Fernald, 1970). Presenta un estrato herbáceo erecto, rastrero y amacollado (0.0-1.0) y uno arbustivo (0.0-2.0), cerrados.

Agrupación 2. *Stemodia tomentosa*.

La especie dominante de esta agrupación es una herbácea rastrera que crece hasta 15 cm. Esta especie es muy frecuente en Tamaulipas, generalmente crece en la zona intermedia, pero en algunos casos llega al matorral ocupando principalmente los lugares sombreados. *Stemodia tomentosa* se distribuye en Texas (Jones, 1975) y México.

Las especies acompañantes son: *Phyla nodiflora*, *Chamaecrista chamaecristoides*, *Palafoxia texana* var. *robusta*, *Fimbristylis spathacea*, *Panicum geminatum*, *Fimbristylis spadicata*. En esta

agrupación domina el estrato herbáceo rastrero, erecto y amacollado (0.0-0.6m). La agrupación es exclusiva de Tamaulipas y queda representada con 25 levantamientos.

Agrupación 18. *Fimbristylis spadicea*-*Borrichia frutescens*-*Panicum geminatum*.

Esta agrupación contiene 30 levantamientos en los cuales *Fimbristylis spadicea*, *Borrichia frutescens* y *Panicum geminatum* son las especies características presentando codominancia. Las especies acompañantes son: *Phyla nodiflora*, *Sporobolus virginicus*, esta última con valores bajos en la escala de cobertura, pero ambas con el 40% de frecuencia dentro de la tabla sinóptica. *Palafoxia texana* var. *robusta*, *Fimbristylis spathacea*, *Stemodia tomentosa* y una especie no identificada, aunque presentan el 20% de frecuencia, aparecen con valores relativamente altos en la escala. *Fimbristylis spadicea* es una hierba amacollada que crece hasta 30 cm. Las otras dos especies fueron descritas antes. Se presenta el estrato herbáceo amacollado y erecto cerrado principalmente y el rastrero en menor grado. Moreno Casasola (1986), menciona que esta agrupación esta restringida solo a algunas partes del norte del Golfo. En Tamaulipas, no aparece en Barra Chavarría Norte ni en Barra del Tordo que son los sitios ubicados más al norte de la zona de estudio. La distribución de *Fimbristylis spadicea* es neotropical (Williams, 1977).

Agrupación 14. *Acacia farnesiana*.

La agrupación contiene 22 levantamientos. La especie dominante es un arbusto chaparro de 60 a 80 cm de altura que forma manchones en la zona intermedia. En las dunas de Tamaulipas esta especie crece con las ramas muy cerca del suelo, aunque en algunas regiones forma matorrales de 2 a 4 m de alto, algunas veces como árbol (Moreno Casasola, 1986). Las especies que la acompañan son *Phyla nodiflora*, *Borrichia frutescens*, *Croton punctatus*, *Chamaecrista chamaecristoides* y *Randia laetevirens*, esta con valores altos en la escala de cobertura. Esta agrupación no se presenta en Barra Chavarría Norte. Se presentan tres estratos, herbáceo rastrero y erecto (0.0-0.6m), subarbustivo (0.0-0.6m) y arbustivo (hasta 80 cm). La especie característica es de distribución pantropical (Porter, 1973).

Agrupación 19. Panicum geminatum, Phyla nodiflora, Fimbristylis spathacea.

Esta agrupación aparece en las hondonadas húmedas del sistema. Las especies características de esta agrupación pertenecen a las cyperaceas y gramíneas principalmente. Además de las especies que nombran a la agrupación, se presentan; Cyperus articulatus, Palafoxia texana var. robusta, Bacopa monnieri, Hydrocotyle bonariensis, Borrichia frutescens y Stemmodia tomentosa. La agrupación queda representada por 14 levantamientos. Presenta un estrato herbáceo rastrero y erecto cerrado (0.0-1.0m). Fimbristylis spathacea presenta distribución pantropical (Williams, 1977).

Agrupación 15. Solidago scabrida, Panicum geminatum, Palafoxia lindenii.

Esta agrupación contiene 9 levantamientos. Solidago scabrida es una hierba erecta que crece hasta 1m de altura, es un componente de los matorrales semidesérticos micrófilos de Zacatecas, Chihuahua, Coahuila, San Luis Potosí, Oaxaca y Veracruz; no se encontró en la revisión de listas florísticas de otras regiones de América. Palafoxia lindenii es una hierba erecta de 60 cm, esta especie se distribuye también en Veracruz formando parches monoespecíficos, donde soporta la acreción de arena (Moreno Casasola, 1986). Sauer (1967) la considera elemento endémico de las costas del Golfo de México. Panicum geminatum fue descrito antes. Las especies acompañantes a esta agrupación son: Phyla nodiflora, Borrichia frutescens, Stemmodia tomentosa y Rhynchospora rugosa. Esta última presenta valores altos en la escala de cobertura (apéndice 1b). Predomina el estrato herbáceo erecto (0.0-1.0m).

GRUPO V. PALAFOXIA TEXANA VAR. ROBUSTA.

El grupo contiene solo una agrupación (No.13) representada por 27 levantamientos. Se diferencia del anterior porque aparece en las partes con sustrato relativamente más compacto y seco.

Palafoxia texana var. robusta es una hierba erecta que alcanza 60 cm de altura. Ocurren como especies acompañantes; Croton puncta-

tus, *Chamaecrista chamaecristoides*, *Ipoecoa stolonifera*, *Phyla nodiflora*. Presenta los estratos herbáceo erecto, rastrero (0.0-0.6m) y subarbustivo (0.0-0.6) principalmente. *Palafoxia texana* var. *robusta* se distribuye en el continente y costas del este de Norteamérica (Sauer, 1967).

GRUPO VI. TEPHROSIA CINEREA.

El grupo está representado por una agrupación que contiene 16 levantamientos. La diferencia con el anterior radica en su composición florística, más cercana a la zona estabilizada ó matorral. *Tephrosia cinerea* (agrupación 20) es una hierba rastrera que se distribuye en la zona intermedia y estabilizada con sustrato seco y compacto. Se considera como invasora y estabilizadora (Castillo, en prensa). Las especies que la acompañan son: *Palafoxia texana* var. *robusta* con valores altos en la escala, *Acalypha radians*, *Ipoecoa stolonifera*, *Randia laetevirens* y *Chiococca alba*. Esta agrupación solo se presenta en Tamaulipas, aunque la especie dominante aparece como acompañante de otras agrupaciones en Veracruz (Moreno Casasola, 1986). Presenta un estrato herbáceo rastrero (0.0-0.1m), y los estratos subarbustivo (0.0-0.6) y arbustivo alto (0.0-3.0m). *Tephrosia cinerea* se distribuye en México, Las Antillas y continente americano (Sauer, 1967).

3) Zona estabilizada ó matorral.

GRUPO VII. RANDIA LAETEVIRENS.

Este grupo caracteriza a la zona estabilizada en todo el sur de Tamaulipas. Se conforma por cuatro agrupaciones en donde la frecuencia de *Randia laetevirens* es alta (mayor del 60%) en todos los casos. Es un arbusto siempreverde chaparro (hasta 1m) pero robusto, presenta ramas espinosas y crece expandiéndose hacia los lados. Se encuentra ampliamente distribuida en los matorrales de las dunas del Golfo de México. Esta especie no aparece en las dunas de Yucatán (Españel, 1986). *Randia laetevirens* se distribuye en Las Antillas y continente americano (Sauer, 1967).

Agrupación 8. Randia laetevirens.

Esta agrupación contiene 81 levantamientos. Las características de la especie dominante se abordaron arriba. La agrupación se presenta en forma de manchones ó formando un matorral cerrado y en algunos casos monoespecífico. También puede aparecer dentro de la zona intermedia como manchones de tamaño variable. Las especies acompañantes en este caso presentan dentro de la tabla sinóptica frecuencias del 20% pero sus valores de cobertura-abundancia son altos (ver apéndice 1b).

La agrupación puede dividirse en subgrupos en donde las especies acompañantes son: Uniola paniculata, Croton punctatus, Chamaecrista chamaecristoides, Palafoxia texana var. robusta, Ipomoea stolonifera, Chiococca alba y Panicum maximum. Aquí se presentan los estratos; herbáceo rastrero y erecto (0.0-1.0), subarborescente (0.0-0.6m) y arbustivo (0.0-3.0m).

Agrupación 9. Caesalpinia bonduc- Randia laetevirens.

Esta agrupación es frecuente desde la zona intermedia hasta el matorral. Caesalpinia bonduc es un bejuco espinoso que crece ramificándose lateralmente cubriendo a los arbustos como en el caso de Randia laetevirens. Los manchones de Caesalpinia-Randia son característicos en todos los sitios de muestreo. Las especies que aparecen en la agrupación son: Croton punctatus, Borrchia frutescens, Palafoxia texana var. robusta y Bidens pilosa, esta última con valores altos en la escala (6-8). Se presentan los estratos herbáceo erecto (0.0-0.6m), subarborescente (0.0-0.6m) y arbustivo (0.0-2.5m). La agrupación se distribuye también en Tabasco y Campeche (Castillo, en prensa) y Veracruz (Moreno Casasola, 1986). Queda representada con 27 levantamientos. Caesalpinia bonduc presenta una distribución pantropical (Sauer, 1967).

Agrupación 10. Chrysobalanus icaco- Randia laetevirens.

La agrupación contiene 17 levantamientos distribuidos fundamentalmente en Barra Chavarría Norte y Barra del Tordo, las partes más al norte de la zona de estudio.

Chrysobalanus icaco es una especie neotropical de 2 a 4 m de

altura (Castillo, 1985). Esta agrupación forma el matorral más alto en el sur de Tamaulipas y el más cercano al manglar. Junto con *Randia laetevirens* forma matorrales densos cerrados.

Las especies acompañantes son: *Chiococca alba*, *Bidens pilosa*, *Crossopetalum uragoga*, *Acacia farnesiana*. Aquí los estratos arbustivo (0.5-2.0m) y arbóreo (1.0-4.0m) son las más importantes.

Agrupación 21. *Randia laetevirens*-*Psidium guajava*.

Esta agrupación contiene 8 levantamientos que solo aparecen en Barra del Tordo. *Psidium guajava* es un árbol que crece hasta 3m de altura. En esta agrupación los valores de cobertura de *Randia laetevirens* son más bajos relativamente (de 10 a 90%). Las especies acompañantes son: *Palafoxia texana* var. *robusta*, *Panicum maximum*, *Acacia cornigera*. La agrupación crece en las partes protegidas, atrás del cordón de dunas. *Psidium guajava* presenta distribución neotropical (Sauer, 1967; Porter 1973).

GRUPO VIII. *HIBISCUS PERNABUCENSIS*, *SOLIDAGO SCABRIDA*.

El grupo contiene solo una agrupación (No. 17) representada por 4 levantamientos tomados en Barra Chavarría Sur. Se diferencia por la ocurrencia importante de *Solidago scabrída*.

La especie característica no se encontró en los otros sitios de muestreo. *Hibiscus pernabucensis* es un árbol que alcanza 4m de altura. Se presenta en la cara protegida del cordón de dunas muy cerca del mar. En otros sitios del Golfo (Moreno Casasola, 1986) se encuentra cerca de las áreas húmedas ó cerca de la boca de ríos pequeños. Las especies acompañantes son: *Borrichia frutescens*, *Randia laetevirens* y *Caesalpinia bonduc*. Se presentan los estratos arbustivo (0.5-2.0) y arbóreo (1.0-4.0m) principalmente y el herbáceo rastrero y erecto (0.0-1.0m) en menor grado. *Hibiscus pernabucensis* se distribuye en México y Brasil (Hooker y Jackson, 1893).