

1.26

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

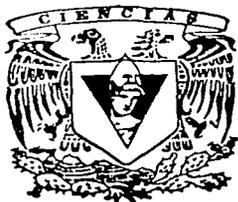


FACULTAD DE CIENCIAS

"ESTUDIO ECOLOGICO EN ZONA DE MARISMAS EN LA LAGUNA DEL CHIRICAHUETO, MUNICIPIO DE CULIACAN, SINALOA"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
S E R G I O L O P E Z M E J I A

DIRECTOR DE TESIS: DRA. PATRICIA MORENO CASASOLA



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2002



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

**M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA**  
**Jefa de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:  
"ESTUDIO ECOLOGICO EN ZONA DE MARISMAS EN LA LAGUNA DEL CHIRICAHUETO,  
MUNICIPIO DE CULIACAN, SINALOA"

realizado por LOPEZ MEJIA SERGIO

con número de cuenta 7833376-7 , quien cubrió los créditos de la carrera de: **BIOLOGIA**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

**Atentamente**

Director de Tesis

Propietario DRA. PATRICIA MORENO CASASOLA

Propietario BIOL. ROCIO LOPEZ DE JUAMBELTZ

Propietario Q.F.B. ANA ADELA SANCHEZ MENDOZA

Suplente BIOL. EDGAR CAMACHO CASTILLO *Edgar Camacho C.*

Suplente BIOL. ELLY NIETO BENDER *Elly Nieto Bender.*

*[Handwritten signatures]*

FACULTAD DE CIENCIAS  
U. N. A. M.

Consejo Departamental de **BIOLOGIA**

*[Handwritten signature]*

DR. EBERTO NOVELO MALDONADO



DEPARTAMENTO  
DE **BIOLOGIA**

Ayoppa tlacatihua  
Ayoppa tlitlano xochitl  
Ayoppa nemohua in tlalticpac

Mizquitl imancan  
Tzihuactli imancan  
In ahuehuatl on icaca huiya  
Cauhtimaniz on polihuiz

Zan cozahuic xochitl  
Can on ye yauh xochitl  
O nen tacico tonquizado in tlalticpac

Zan nixotlatlapia na moc niuhtzin  
Cuis yuhqui xochitl ma oc ceppa nicpixoz

Ye no ceppa mizquitl  
No ceppa tzihuactli  
No ceppa ahuehuatl  
Ya xochitica on tlacuilohua tlalticpac

¡No dos veces se nace!  
¡No por segunda vez se piden flores!  
¡No dos veces se vive en la tierra!

¡En el Lugar de la acacia,  
en el lugar del cacto,  
en donde se yergue el ahuehuete,  
ha de quedar desolada, ha de fenecer la tierra!

¿Dónde se fueron las flores?  
¡Ya las flores se secan!  
¿Es qué en vano pasamos por la tierra?

¡Vigilo los campos verdes, yo vuestro pobre amigo!  
¿Cudl flor otra vez plantaré?

¡Y otra vez acacias,  
otra vez cactos,  
otra vez ahuehuetes!  
¡Ya se matiza de flores esta tierra!

Dedico este trabajo a mi hijo Sergio quien lleva la tea que ilumina mi camino.

A María Teresa, colega, amiga, novia, amante y esposa, quien ha estado siempre a mi lado en las buenas y las malas.

A la nueva generación de una gran familia: Ana Cecy, Pabluchas, Rulo, Ale, Andrea, Robert, Juan Callos, Lucy, Rafa, Yessy, Ari, José Mamel, Rodris, Sergito Turi e Ilse, quienes recibirán la estafeta en la lucha por la vida, para que este documento sea un estímulo y talismán en el desarrollo de su existencia.

## AGRADECIMIENTOS

Muchas son las personas que merecen mi agradecimiento, y nombrarlas nos llevaría a escribir un tratado similar a este documento, por lo que me enfocaré a quienes de alguna forma hicieron posible este trabajo:

❖ A las Dras. **Patricia Moreno Casasoia** y **Rocío López de Juambelts** mis esenciales tutoras académicas, quienes sin conocerme aceptaron sin reservas mi proyecto y me ofrecieron su apoyo para el desarrollo del mismo, dirigiendo mi trabajo de forma amable pero firme. Sus consejos y orientación fueron siempre educativos y formativos, y que con el correr de los años, son hoy y siempre mis grandes amigas

Les agradezco especialmente su gran paciencia, comprensión y calidad humana durante tantos años que he dejado de lado la conclusión de nuestro proyecto que finalmente he concluido. Para Paty y Rocío, muchas gracias.

❖ A **Licha** y **Rafa**, mis padres, guías, maestros, amigos y consejeros, quienes sin decirlo siempre están a mi lado, apoyando cuanto proyecto realice, por muy quimérico que éste sea, recordándome siempre sutilmente que el camino hay que recorrerlo siempre desde el principio y concluirlo antes de iniciar uno nuevo, aunque no siempre les halla hecho caso, para ellos en sus 50 años de matrimonio, manteniendo unida una familia tan dispar y compleja.

- Por su esfuerzo, dedicación, enseñanza y dirección, gracias.
- Por enseñarme los valores del ser y del deber ser, gracias.
- Por su amor y cariño, simplemente gracias.

❖ A **Tere**, mi esposa, por su apoyo en la revisión y organización de tanta papelería que se ha generado para la elaboración de ésta tesis y quien con amor ha alentado el deseo de concluir una etapa que he venido arrastrando a lo largo de mi carrera.

❖ A mis hermanos **Lulu**, **Rafa**, **Chío**, **Lucy** y **Cecy** por su cariño y amistad, y en especial a **Chío** y **Cecy** por el gran apoyo que me dieron para realizar este trabajo.

❖ A la nueva generación de una gran familia: Ana Cecy, Pabluchas, Rulo, Ale, Andrea, Robert, Juan Callos, Lucy, Rafa, Yessy, Ari, José Mamel, Rodris, Sergito Tudy e Ilse, hijos, amigos y compañeros de juego, por su amor y confianza.

❖ A mis hermanos "agregados culturales" Pepe Nacho, Fer, Gis, Robert, Toño y Celia por su sincera amistad y cariño, y especialmente a Pepe Nacho por sus consejo y orientación y a Fer por su gran y desinteresado apoyo para la realización de esta tesis, habiendo pasado por esta causa por situaciones difíciles e inclusive trágicas. Por ello especialmente, muchas gracias.

❖ A mis "Padrinos" Malena y Memo, por su cariño

❖ A mis compadres Raúl e Ivonne, por su apoyo y cariño sinceros.

❖ A la Universidad, profesores, directivos y administrativos, por la enseñanza y formación para que a través de ésta persona hable el espíritu de mi raza. Especialmente a los laboratorios de Ecología de la Facultad de Ciencias y de Contaminación de la entonces ENEP Zaragoza por el apoyo brindado.

❖ A mis amigas Ana Adela, Eliy, Lety y Susi por su valioso apoyo y estímulo y desinteresada amistad.

❖ A Edgar, pupilo en el desarrollo profesional, y tutor en el desarrollo académico, bajo una simbiosis muy peculiar.

❖ Al Biól. Aníbal Huerta López, amigo y tutor por haber templado el espíritu de desarrollo y lucha por la vida, por si misma.

❖ A todos aquellos que me han ofrecido su apoyo, amistad y cariño sinceros y desinteresados: mil disculpas a aquellos que por su apoyo merezcan estar incluidos en estos agradecimientos y los haya omitido por falta de espacio, A todos ellos

**MUCHAS GRACIAS.**

**ESTUDIO ECOLOGICO EN ZONA DE MARISMAS EN LA LAGUNA  
DE "EL CHIRICAHUETO" MUNICIPIO DE CULIACAN, SINALOA**

## INDICE

✓ Resumen	7
✓ Introducción y Antecedentes	9
✓ Objetivos	15
✓ Descripción de la zona de estudio	16
✓ Metodología	19
○ Selección del área de estudio	19
○ Manejo de muestras de suelo	22
○ Manejo de ejemplares de especies vegetales	24
○ Modelos de análisis fitosociológico	24
✓ Análisis y discusión de resultados	26
○ Parámetros del suelo	27
○ Vegetación	49
✓ Conclusiones	57
✓ Recomendaciones para estudios posteriores	63
✓ Bibliografía	65
✓ Anexos	69
○ Anexo I.- Figuras	69
○ Anexo II.- Cuadros y Tablas	70
○ Anexo III.- Gráficas	71
○ Anexo IV.- Láminas	72

## RESUMEN

En nuestro país, uno de los sistemas que encontramos a lo largo de las zonas litorales, lo constituyen las marismas, cuyas características que las definen, consisten entre otras, en grandes extensiones de terrenos salinos o sódicos salinos, que están sujetos a inundaciones y sequías periódicas provocadas por el flujo de mareas de lagunas costeras o esteros, o directamente del mar.

Tales condiciones de salinidad y fluctuaciones periódicas de la humedad del suelo, impiden el desarrollo de una gran parte de la vegetación superior, encontrando así el desarrollo exitoso de las especies halófitas adaptadas a dichas condiciones ambientales y cuyas características tipifican la vegetación de estos sistemas. Este tipo de terrenos han sido de poco interés comercial para la nación durante varias generaciones, pues son considerados como tierras no propicias ni aprovechables para su explotación agrícola o ganadera, por ello han sido relegados los estudios de éstos en el territorio nacional, hasta hace solo unos pocos años.

La importancia de estos ecosistemas en otros países como Norteamérica y Europa, es tal, que han sido ampliamente estudiados, dirigiendo la investigación principalmente a las actividades agropecuarias, por su elevada productividad (Corre 1985; Gray Scott 1976, entre otros).

El presente estudio pretende conocer las características abióticas del suelo de marismas, así como la flora y sus interrelaciones de con el medio.

La metodología de muestreo y análisis empleada consistió de tres transectos con área durante los meses de julio de 1986 y febrero de 1987; se analizaron en laboratorio un total de 54 muestras de suelo determinando la concentración de los elementos N, P, K, Ca, y Na totales y extractables; la concentración de materia orgánica así como la textura, densidades real y aparente, conductividad eléctrica y pH; asimismo fue

analizada la comunidad vegetal a través de descriptores característicos de las especies tales como cobertura, tamaño, estado fenológico, vigor relativo, entre otros, y se relacionaron los datos a través de métodos de análisis multivariado mediante ordenación por el método de Ward y clasificación jerárquica por el método de la distancia euclidiana.

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis edafológico, se definió a los suelos de la zona de marismas de la laguna de El Chiricahueto como suelos semiáridos minerales, pardo rojizos, sódico - salinos y ricos en materia orgánica, cuya composición textural corresponde entre migajón limoso y migajón arenoso, con posible presencia de minerales como magnetita, turmalina, zirconio y/u homblenda, expuestos a flujos de rápidas y fuertes mareas estacionales.

La mayoría de los parámetros presentan en forma general un cambio gradual en mayor o menor grado, el cual es proporcional o inverso a la pendiente del terreno, o a la distancia respecto al cuerpo de agua de la laguna del Chiricahueto, siendo la conductividad eléctrica, textura y las concentraciones de sodio, fósforo y potasio, los elementos de mayor influencia en el establecimiento y distribución de las especies.

La vegetación de las marismas de la laguna del Chiricahueto está caracterizada por el establecimiento de las especies *B. maritima*, *S. subterminalis*, *S. portulacastrum*, y *S. taxifolia*, a las que se pueden asociar en mayor o menor término, las especies *S. virginica*, *A. nitida*, *S. paludosus* y *C. salina*.

De igual forma, se aprecia una composición vegetal ligeramente diferente entre las áreas correspondientes a los transectos 1 y 3, pudiendo ser el área del transecto 2 una zona de transición o ecotono entre las otras dos.

## INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

México es un país que cuenta con una amplia extensión de recursos litorales, de los cuales existe una gran variedad de ecosistemas costeros tales como esteros, lagunas, estuarios, dunas, riscos, ensenadas, playas, marismas etc., cuya distribución está ampliamente extendida a lo largo de las costas del Pacífico, Golfo y Mar Caribe.

Varios de estos sistemas son bien conocidos en cuanto a su flora y fauna, como consecuencia de gran cantidad de investigaciones ecológicas realizadas en ellos para mejorar e intensificar el manejo de éstos, como recursos naturales renovables; tal es el caso de las bahías, estuarios y lagunas costeras, entre otros (Jiménez et al 1985). Sin embargo se le ha dado poca importancia a la investigación concerniente a la zona de marismas en nuestro país, con respecto al conocimiento de su formación, dinámica, los parámetros que influyen o determinan el establecimiento de una comunidad característica, así como del análisis de este ecosistema como tal (Jiménez et al 1985).

En el territorio nacional, las marismas cubren una superficie aproximada de 717,167.76 ha (SARH 1980) que representan aproximadamente el 10% de los suelos. Sin embargo, a la fecha no se les da ningún tipo de uso debido a la gran cantidad de sales y a los periodos de sequía e inundaciones, factores limitantes típicos de estos sistemas que dificultan el manejo racional de éstos (SARH, 1980).

En otras latitudes del planeta, especialmente Europa y Norteamérica, las marismas han sido objeto de estudio y manejo principalmente en la industria agropecuaria, por su alta productividad (Withaker 1963; Pomeroy 1975), pudiendo bien ser aprovechables en nuestro territorio, pero solo con el conocimiento de los mecanismos bióticos y abióticos que regulan la dinámica de las mismas (Jiménez 1983, Jiménez et al 1985), siendo escasos los estudios dirigidos a la protección y conservación de sus recursos naturales.

Una marisma es un sistema costero dinámico caracterizado por los períodos de sequía e inundaciones por aguas salobres, tanto por influencia directa del mar, como por influencia indirecta a través de los cambios en el nivel hídrico de estuarios, manglares y lagunas costeras, ambientes con los que se encuentra estrechamente relacionados, de regímenes de lluvias de cada localidad y de cambios del nivel del manto freático producto de la infiltración del agua en las zonas de riego, ríos y canales asociados, así como del agua de lluvias durante las estaciones de mayor humedad.

Dicho ecosistema se caracteriza por el establecimiento de un cierto tipo de plantas, como algunos arbustos, gramíneas y hierbas suculentas, cuyos géneros más comunes son: *Spartina*, *Distichlis*, *Juncus*, *Salicornia* (halófitas típicas), entre otras y cuyas especies están ampliamente separadas geográficamente (Chapman 1960; Adams 1963, 1964). Así mismo presentan un suelo generalmente de tipo arcilloso y/o limoso, (Everest y Davis 1979) con una gran concentración de sales minerales principalmente de cloruro de sodio (NaCl).

Las fluctuaciones en la concentración de sales y humedad están determinadas por los cambios climatológicos, principalmente por la periodicidad de las inundaciones y por el relieve geomorfológico de cada localidad; por lo que la concentración de sales y humedad del suelo, fluctúan de acuerdo a un patrón establecido por un gradiente de elevación o pendiente del suelo (Johnson y York 1915; Wells 1928; Chapman 1938; Chapman 1940; Jakson 1952; Hinde 1954; Bordeau y Adams 1963; Adams 1963; Zeddler 1977). De igual forma, los cambios en la pendiente modifican de forma gradual las condiciones físicas y químicas del suelo y repercuten en el establecimiento y zonación de las especies vegetales y animales, determinando así que la vegetación halófito típica de estos ambientes se manifieste a través de especies resistentes a dichos cambios (flora manifiesta), o por la presencia de propágulos o estructuras de perenación, los cuales permanecen de manera latente hasta que las condiciones les sean nuevamente favorables.

De éste modo, se mantiene un dinamismo vegetacional por cambios a través del tiempo -estacionalidad- y espacio - geográficos o geomorfológicos - (Jiménez et al 1985) distribuyéndose las especies de acuerdo a radios de sumersión y emergencia del suelo (Adams 1963).

En las marismas se produce una gran cantidad de material orgánico en forma de detritus, que constituye una importante aportación de nutrientes a aquellos cuerpos de agua con los que está asociada (Odum y De la Cruz 1963; 1967; De la Cruz 1977). Dicha materia orgánica procede de la descomposición de material de la vegetación original durante la época de inundación y puede ser aprovechado como una importante fuente de alimento en la dieta de organismos filtradores planctónicos y bentónicos que habitan en los sistemas asociados, como es el caso del camarón y el ostión, así como las larvas de peces de importancia comercial, (Jiménez et al 1985). Por otra parte, las marismas funcionan como barreras importantes contra tempestades, son zonas de amortización de sales y de las condiciones presentes entre el mar y el suelo, son terrenos de crianza y hábitat de peces y mariscos, así como zonas de nidación y refugio de una gran variedad de aves migratorias y residentes, muchas de las cuales se encuentran bajo algún estatus de protección a nivel nacional o internacional (Clark, Gilbert, Mclain, et al 1977; La Roe 1976 en Everest y Davis 1979).

Las halófitas han sido utilizadas desde tiempos históricos por el hombre. Los indios del Nuevo Mundo se alimentaban de semillas de *Atriplex*, *Suaeda* y otros, (Heizar y Napton 1969, en Jiménez et al 1985). Actualmente, algunas especies son utilizadas para la retención y formación de suelos, tales como *Batis maritima*, *Salicornia spp*, *Sesuvium spp.*, entre otras; en la elaboración de productos químicos, textiles y alimenticios como la cianofita *Spirulina platensis* que asimismo es usada como alimento por la tribu Kanembú del lago Chad, mientras que *Salicornia europea* es cultivada para extraer aceite vegetal comestible. En países como Francia, Noruega, Inglaterra, Estados Unidos e Italia, entre otros, se reporta que el suelo de marismas tiene un uso potencial en la industria ganadera, ya sea por pastoreo o por explotación forrajera, para

ganado bovino, ovino y caballar, (Corre 1985; Gray Scott 1976; Odd Velve 1985; Dalby 1985; Mahall y Park 1979 y Ferrari, Gerardol y Picolle 1985; Oliver 1928 -1929)

Las investigaciones estimuladas en el extranjero por Odum y De la Cruz (1963, 1967), Keefe (1972), De la Cruz (1973), De la Cruz y Gabriel (1974), De la Cruz y Poe (1975) y De la Cruz (1977) han sido dirigidas a la productividad primaria de las plantas vasculares dominantes a lo largo de la línea de la Costa del Atlántico y Golfo de México, la producción de biomasa en forma de detritus y la significancia ecológica sobre la productividad de aguas costeras. En México, solo se ha reportado el uso de marismas como salineras (Jiménez et al, 1985).

Las halófitas podrían ser utilizadas para aumentar la producción primaria mundial a través del manejo agropecuario de especies como *B. maritima* y *S. europea* entre otras, como lo muestra la literatura citada, con lo que se lograría instituir la agricultura de suelos Solonchak (con efecto de las mareas), Aridisoles, Solonetz, Pedical y Solods (áridos y semiáridos, según FAO,1975), conservando al mismo tiempo los recursos de agua dulce mediante el uso de aguas salobres y salinas para riego en dichos cultivos, (Jiménez et al, 1985). De esta forma, la potencialidad de uso de las marismas, podrá establecerse y ser explotada para la obtención de los diversos recursos con que cuenta, (incluso como áreas de recreo). Solamente con base al estudio profundo acerca de su dinámica, podrá ser utilizado de manera óptima y estrictamente racional, sin peligro de deteriorarlo hasta hacerlo inutilizable.

El método que ha sido empleado con éxito para el estudio de estos sistemas en el Sur de Francia por Long (1958) y Corre (1979, 1977), Gordon (1972, 1976), y por Jiménez (1983); para Noruega por Gray y Scott (1976) y Velve (1985); para Inglaterra por Dalby (1985); para Estados Unidos por Majall y Park (1976); para Italia por Ferrari, Gerardol y Picolle (1985) entre otros, corresponde al transecto con área perteneciente al sistema fitosociológico de Braun Blanquet (1952) para el estudio de vegetación, el cual permite distinguir a las especies ligadas a los parámetros físicos y químicos como

son: la salinidad, humedad, concentración de N, P, K, Na, Ca, etc., así como la zonación e interrelación de las especies.

En las marismas mexicanas, los pocos estudios que se han realizado por Zeddler (1977), Jiménez (1983) y Jiménez et al (1985), también se ha empleado con éxito el transecto. Jiménez y colaboradores, probaron en 1985, otros métodos como el de coronas excéntricas (telaraña), procedimiento de cartografía *in situ* (Alcántara et al 1979), y el de cuadrante con área mínima, de los cuales sólo el método del cuadrante tuvo resultados positivos, mientras que el de coronas excéntricas no permitió un levantamiento adecuado y debió abandonarse, ya que está diseñado para el censo de individuos completos bien diferenciados y dado que la mayoría de la especies que se encuentran en marismas presentan un crecimiento rasante por estolón, no es posible identificar un individuo de otro.

Este trabajo se desarrolló con la idea de establecer y mantener una línea de investigación a mediano y largo plazo, dirigido a la descripción y comprensión de los sistemas de marismas que permitan mejorar el manejo, administración, ordenamiento y aprovechamiento de los recursos naturales renovables de las costas nacionales.

El conocimiento sistemático del papel que juegan los productores primarios en este ecosistema, así como de sus interacciones interespecíficas, con los parámetros físicos, químicos y biológicos de agua, suelo y ambiente, nos permitirá aumentar de manera considerable el uso potencial de estos suelos en actividades agropecuarias, cinegéticas, ecoturísticas, entre otras, lo cual reviste gran importancia económica, política, social, ecológica y cultural para el país al abrir fuentes de trabajo y aumentar la productividad nacional.

En este estudio, se realizó un muestreo florístico en la zona de marismas de la laguna del Chiricahueto, con el fin de caracterizarlas a través de los elementos bióticos y abióticos que influyen en el establecimiento y distribución de la comunidad vegetal,

**determinar las relaciones interespecíficas de la comunidad vegetal, así como la relación con los parámetros físicos y químicos del suelo y clima de la región.**

## **OBJETIVOS**

- **Realizar un estudio florístico en la zona de marismas de la Laguna del Chiricahueto.**
- **Caracterizar las marismas de dicha laguna, a través de los elementos bióticos y abióticos que influyen en el establecimiento y distribución de la comunidad vegetal.**

## DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Este trabajo se realizó en la Laguna del Chiricahueto, la cual se encuentra localizada al Sur de la Costa de Sinaloa entre los 24° 25' y 24° 36' de latitud Norte y los 107° 27' y 107° 32' de longitud Oeste y corre a lo largo de la línea de costa hasta El Dorado, al Poniente se encuentra comunicada con la Ensenada Pabellón, semicerrada por la Península de Lucenilla por una boca estrecha a la altura del campo agrícola "Las Puentes"; al Oeste se comunica con la Bahía de Altata a través de la boca de la barra. Ambos cuerpos de agua se comunican con el Océano Pacífico por medio de la Bahía de Altata, por el Oeste se encuentra limitada por terrenos agrícolas de régimen de inundación., (figura 1, Anexo I);. Su profundidad máxima se estima entre 1.50 y 2 m aproximadamente (SEDUE inédito)

El agua de la Laguna es salobre y se estima presenta grandes fluctuaciones en la concentración de sales, estando determinadas principalmente por el gran número de canales de drenaje agrícolas y de los ríos naturales que ahí desembocan, por la entrada de agua salada de la Ensenada Pabellón y por la batimetría, como por ejemplo la profundidad somera estimada del cuerpo de agua que favorece la evaporación del agua aumentando con ello la concentración de las sales. Todos estos factores favorecen el establecimiento de tres comunidades vegetales muy diversas, como son marismas, manglares y tulares, los cuales mantienen una gran variedad de aves principalmente migratorias tales como: golondrinas de mar (*Sterna hirundo*), pelicanos (*Pelecanus occidentalis*), garzas (Orden Ciconiformes), gaviotas (*Larus spp*) y diversos patos (Orden Anseriformes) entre otros, observándose también lechuzas (probablemente *Tito alba*) y zopilotes (*Cathartes atratus*), creando ambientes que permiten que las aves aniden y se reproduzcan aquí (datos observados en campo).

La gran variedad de aves migratorias, principalmente patos, ha estimulado el establecimiento de un club cinegético llamado "La Pichihuila", el cual cobra vida año

tras año en los meses de noviembre a febrero, siendo la paloma, el palo silvestre y la pichihuila (pato), las presas más codiciadas.

Las especies acuáticas que se pudieron observar fueron el pez lisa (*Mugil cephalus*), moluscos posiblemente del género *Lithorina* y se menciona que se llega a encontrar camarón (*Peneaus, spp*) (datos observados en campo y proporcionados por gente de la región). Los numerosos aportes de agua que recibe la Laguna, en especial derivados de los canales de drenaje agrícola, permiten el ingreso de materiales contaminantes como son plaguicidas, fertilizantes, materia orgánica y sedimentos de arrastre producto de la erosión natural del suelo o por desgaste del mismo por las actividades agropecuarias, además de los desechos municipales, elevando los niveles de contaminación del cuerpo de agua así como del riesgo de eutroficación del mismo, los cuales aún no se manifiestan aparentemente, pero que no por ello dejan de existir.

La influencia mareal de la Laguna del Chiricahueto está determinada por la Ensenada Pabellón a través de la boca que las comunica, la cual la protege de las fluctuaciones diarias, permitiendo solamente fluctuaciones estacionales o de temporal. Sin embargo, éstas son de suma importancia, pues llegan incluso a inundar los terrenos de cultivo aledaños (Datos obtenidos y observados en el campo).

El clima es de tipo BW(h')w(e) que corresponde al clima cálido, muy seco, con temperatura media anual sobre 20° C y media anual del mes más frío de aproximadamente 18° C, y una oscilación termal muy extremosa, mayor de 14° C, con una precipitación media anual menor de 68 mm con lluvias en verano, de acuerdo con las modificaciones al sistema de clasificación de Köppen (García 1977).

Los litorales mexicanos, han sido divididos por Lankford (1977) de acuerdo a sus características geomorfológicas y climatológicas en 6 regiones, de las cuales la Bahía de Altata y Ensenada Pabellón están comprendidas dentro de la región "C" para las costas del Golfo de California, correspondiendo a la región hidrológica 10 de la SARH, de acuerdo a Contreras (1985). Aún cuando la Laguna del Chiricahueto no es

contemplada en los trabajos de Lankford ni Contreras, debe incluirse en esta región, dada su asociación con la Ensenada Pabellón.

La región "C" comprende las costas continentales desde Río Colorado hasta Mazatlán, y cuenta con 31 lagunas costeras. Se señala por un relieve costero que va de intermedio a alto, por planicies costeras angostas o amplias y por un derrame limitado de agua. Abundan los ríos con cuencas de drenaje pequeñas. Tanto en las costas como en las montañas, el clima es árido en el Norte y semiárido en el Sur, por lo que los ríos de volumen pequeño, intermedio, mayor y de flujo estacional llegan a secarse. La plataforma continental es generalmente angosta e irregular y va de 5 a 25 km.; se ensancha en el Norte hasta 70 km., la energía de las olas es baja, se incrementa hacia lo largo de los fuertes deltáicos y aumenta hacia el Sur cerca de la abertura del Golfo. La energía mareal, varía de intermedia en el Sur, con velocidades de reflujos altas a extremadamente altas en el Norte, donde la velocidad de inundación es considerable.

## METODOLOGIA

### SELECCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Se realizó un recorrido por la Costa central del estado de Sinaloa, detectándose sistemas de marismas en localidades cercanas a El Dorado, Laguna de Bataoto y la Laguna del Chiricahueto eligiéndose a las marismas de la Laguna del Chiricahueto, por su cercanía a asentamientos humanos y con vías de comunicación y transportes más accesibles (figura 2, Anexo I).

Una vez elegido el sistema a estudiar, se realizó un recorrido local en la Laguna del Chiricahueto, para establecer las estaciones de muestreo. Se usaron criterios tales como su accesibilidad, diversidad vegetacional, grado de perturbación y especies dominantes distinguiéndose tres zonas aparentemente distintas en composición vegetal, baja perturbación y siendo así mismo de fácil acceso. Dichas zonas de muestreo están distribuidas a lo largo de la línea de costa de la laguna y están separadas entre sí por canales de drenaje agrícola uno de los cuales (entre la zona 1 y 2), está en funcionamiento actualmente. Entre la zona 2 y 3 existe además un campamento cinegético de construcción rústica a base de madera y palma, el cual cobra vida intensa durante los meses de noviembre a febrero de acuerdo con la temporada de caza que determina el Gobierno de México (figura 3, Anexo I).

Las 3 zonas de muestreo están limitadas hacia el Oriente, por el cuerpo de agua de la laguna con la cual están íntimamente relacionadas; hacia el Poniente, las limita un canal de drenaje agrícola que corre paralelamente a la laguna y que a su vez, las separa de los campos de cultivo. Este drenaje es dragado y limpiado periódicamente, depositando todo el material de desecho a lo largo del canal por el lado interno de la zona de estudio, lo que provoca la formación de un bordo en el extremo Poniente de los sistemas de marismas. Finalmente tanto al Sur como al Norte de la localidad se

observan extensos manglares de suelo pantanoso y poco firme limitando nuestro sistema de estudio, hacia dichas direcciones (figura 3, Anexo I).

En cada una de las zonas de estudio previamente establecidas, se trazó un transecto perpendicular a la línea de la costa desde el nivel de marea hasta el drenaje que separa al sistema de los campos de cultivo, siguiendo un gradiente en la pendiente del terreno el cual debiera reflejar una respuesta gradual de las condiciones físicas y químicas del sustrato y por ende un arreglo zonal en el establecimiento de la vegetación.

A lo largo del transecto, se fue colocando un cuadro de madera de 1m<sup>2</sup> de área, iniciando desde el cuerpo de agua, hasta el canal agrícola; en él, se describió en formatos de campo, la presencia o ausencia de vegetación, las especies establecidas, así como algunos descriptores de las mismas tales como cobertura, vigor, estado fenológico, etc., características que fueron codificadas para facilitar el levantamiento y manejo de la información relativa a cada especie vegetal (ver cuadro 1 en Anexo II).

Paralelamente, se realizaron perfiles edáficos de 40 x 40 cm. de largo y ancho y una profundidad media de 40 cm. para el muestreo de suelos, establecidos considerando que las diferencias aparentes de las condiciones físicas y químicas de cada perfil fueran representativas de la zonación y distribución de la vegetación.

En cada perfil edáfico, se tomó una muestra compuesta del suelo desde la superficie hasta los 30 cm. de profundidad como se define la capa arable (Ortiz V. y Ortiz S. 1984). La pendiente del suelo, fue obtenida con el mismo cuadro de madera empleado para delimitar el área de análisis, a cada metro de los transectos, apoyando uno de sus lados en la superficie del suelo, y a manera de clisímetro, cuyos resultados son representados en las figuras 4 a 9 (Anexo I).

El primer muestreo se realizó durante el mes de julio de 1986, siendo realizado el segundo, a finales del mes de febrero y principios de marzo de 1987, períodos que

representan el fin de las temporadas de sequía y de lluvias respectivamente. Cabe aclarar que cada transecto del segundo muestreo, fue trazado paralelamente y a un metro de distancia de los transectos correspondientes al primer muestreo, debido a que la vegetación de estos, fue destruida durante el primer muestreo.

## MANEJO DE MUESTRAS DE SUELO

Para el muestreo de suelos, ha sido empleado el perfil edáfico, el cual puede establecerse aleatoriamente o sistemáticamente permitiendo considerar cualitativamente las zonas más homogéneas en cuanto a color y textura se refiere, en suelo desnudo o con vegetación de acuerdo al patrón de distribución y establecimiento de las especies, considerándose exclusivamente la capa arable que corresponde a los 30 cm. de profundidad de un perfil edáfico, de acuerdo a lo establecido para estos sistemas por Rending (1951), Adams (1963), Everest y Grant (1965), Good (1965), Phleger (1975), De la Cruz (1977), Smart y Barko (1977) y Weiss et al (1979).

Las muestras de suelo fueron colocadas en bolsas de plástico y pesadas *in situ*, posteriormente fueron trasladadas y se dejaron secar a temperatura ambiente hasta peso constante ambiente durante 10 días aproximadamente. Se volvieron a pesar para obtener la humedad del suelo y se molieron en un molino de martillos hasta pulverizarlas y posteriormente se realizaron las siguientes determinaciones:

- conductividad eléctrica por el método electrométrico (Gómez 1995)
- clasificación textural por el triángulo de texturas (Ortiz V. y Ortiz S. 1984)
- % porosidad por diferencia de densidades (Gómez 1995)
- color, por comparación con cartas estándar (Munsell, color Co. - Inc. 1945)
- densidad real por el método del picnómetro (Gómez 1985) (Allen, et al 1974)
- densidad aparente por el método de la probeta (Gómez 1985) (Allen, et al 1974)
- textura por el método de Bouyucos (Gómez 1985) (Allen, et al 1974)
- materia orgánica total por el método de la incineración (Allen et al 1974)
- pH por el método potenciométrico (Allen et al 1974)
- N, Na, K, Ca y P extractables por medio del método de Troug para suelos calcáreos (Allen et al 1974)
- Na, K, Ca y P totales por digestión ácida con ácido nítrico y ácido perclórico (3:1) (Allen et al 1974)

**N total por semi-microdigestión de Kjeldahl, con ácido sulfúrico concentrado (Allen et al 1974).**

**Las lecturas de concentración fueron obtenidas por los métodos siguientes:**

**Na y K totales y extractables se realizaron por fotoflamometría**

**Ca total y extractable por espectrofotometría de absorción atómica**

**P total y extractable por espectrofotometría (método colorimétrico)**

**N total y extractable por microdestilación Kjeldahl (Allen et al 1974)**

Cada muestra de suelo se homogeneizó y dividió en tres porciones iguales, determinando para cada porción los parámetros anteriormente indicados. La media aritmética o promedio para cada muestra se obtuvo a partir de los resultados analíticos obtenidos de las tres porciones de suelo de cada muestra, así como la desviación estándar para cada parámetro, empleando dicho promedio para el análisis y discusión de resultados.

## MANEJO DE EJEMPLARES DE LAS ESPECIES VEGETALES

Se colectaron 5 ejemplares de cada especie encontrada en el área de estudio, seleccionando los mismos por su vigor y estado fenológico, en especial aquellos que presentaron estructuras de floración y fructificación. Se llevó a cabo la herborización del material y se entregó un juego en el Herbario del Instituto de Biología de la UNAM, donde se realizó la clasificación de las mismas. Se etiquetaron los ejemplares con los datos de clasificación, localidad, fecha, etc., y se entregó un juego de las mismas a los herbarios de la Facultad de Ciencias, UNAM; ENEP Zaragoza UNAM; Escuela Superior de Agricultura de la Universidad Autónoma de Sinaloa y Herbario de la Universidad de Chapingo.

## MODELOS DE ANÁLISIS FITOSOCIOLÓGICO

Para realizar el análisis de distribución de especies, se colectó la información de las especies establecidas en el área de muestreo y sus características descriptoras, vigor, cobertura, tamaño, estado fenológico, etc., empleando como método de muestreo al transecto con área perteneciente al sistema fitosociológico de Braun Blanquet (1952) y el análisis estadístico multivariado de datos sobre comunidades mediante métodos de ordenación y clasificación jerárquica, para el estudio de vegetación, que permiten distinguir a las especies ligadas a los parámetros físicos y químicos como salinidad, humedad, concentración de N, P, K, Na, Ca, etc., así como la zonación e interrelación de las especies. Ésta metodología ha sido probada con éxito en el extranjero y que por sus bondades se recomienda para este tipo de sistema. Long (1958) y Corre (1979, 1977), Gordon (1972, 1976), Jiménez (1983); Gray y Scott (1976) y Velve (1985), Dalby (1985), Majall y Park (1976), Ferrari, Gerardol y Picolle (1985), entre otros.

La información colectada se ordenó en una matriz de caracteres de 8 x 156 y fue sometida al análisis de ordenación y clasificación incluidos dentro de los paquetes computacionales DECORANA (Hill, 1979) y TWINSpan (Hill, 1979), que nos permiten entender la composición, estructura y organización de las comunidades, resultado de la interacción entre las poblaciones de especies y su medio. Para la ordenación se empleó el método de Ward con 330 puntos con valor diferente a cero, sin ponderación de especies, con reescalación de ejes con un umbral de 0.5 y 30 segmentos, mientras que para la clasificación jerárquica se empleó el método de medición de la distancia euclidiana con niveles de corte a 0.00, 2.00, 5.00, 10.00 y 20.00, con un tamaño mínimo de grupo por división de 5, un número máximo de indicadores por división de 3, número máximo de especies en la tabla final de 100 y un nivel máximo de divisiones de 4.

## ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados del análisis del suelo, discutidos a continuación, se presentan en las tablas 1, 2 y 3 (Anexo II) y gráficas 1 a 17 (Anexo III), donde se muestran los valores obtenidos y sus tendencias tanto para el muestreo a finales de la época de estiaje como la de lluvia de los tres transectos. Los resultados de vegetación en campo fueron ordenados en una matriz y presentados en un perfil fitosociológico por época estacional y por transecto, siendo representados junto con los resultados de suelo en las figuras 4 a 9 (Anexo I).

Con el propósito de establecer desde el punto de vista estadístico, algún patrón de comportamiento en espacio y tiempo los resultados de clasificación jerárquica se presentan en la tabla 4 (Anexo II) y figura 10 (Anexo I) y gráficas 18 (Anexo III) y láminas 1 a 14 (Anexo IV) para ordenación, comparando los resultados con los perfiles fitosociológicos; (figuras 4 a 9, Anexo I), con la finalidad de observar el establecimiento de las especies en relación con el gradiente de la pendiente del terreno y las características físicas y químicas del suelo, tratando de establecer alguna posible asociación positiva o negativa entre los elementos bióticos y abióticos.

Cabe aclarar que los resultados de nitrógeno extractable del análisis de suelo no se reportan debido a que no se obtuvieron valores confiables,. Los perfiles fitosociológicos fueron simplificados a partir de los resultados del análisis multivariado, y presentados en la gráfica 18 (Anexo III).

## PARAMETROS DEL SUELO

### ➤ Generalidades

En las figuras 4 a 9 (Anexo I) se pueden observar las siguientes características generales de la zona de estudio. La pendiente del transecto 3 es más suave en forma general que la del transecto 2 y este a su vez que el transecto 1 y en consecuencia, la lámina de agua durante lluvias, inunda una mayor área del suelo en el transecto 3 respecto del 2 y este del transecto 1. Así mismo, el bordo en el transecto 3 es más bajo que en el 2 y este que el 1, estas diferencias deben marcar en general los gradientes y variaciones en las concentraciones de los diversos parámetros analizados.

Casi todos los perfiles edáficos obtenidos durante de la época de lluvias de los tres transectos, son correspondientes respecto a la distancia, a los obtenidos en el estiaje, y entre transectos.

El flujo mareal en la época de lluvias, se retiró desde 12, hasta 84 metros entre los tres transectos, mostrando así mismo un gradiente en la pendiente a lo largo de la línea de costa.

La cubierta superficial del suelo en los tres transectos, es muy variable, y puede estar compuesta por uno o más de los siguientes elementos: la vegetación misma, costras de sal, restos de vegetación agrícola, restos de vegetación nativa, restos de animales domésticos, residuos de la fauna natural, como restos animales, cascarnes de huevo de aves, conchas de moluscos, entre otros. Cabe aclarar que en los alrededores del transecto tres se observaron además, residuos sólidos de origen doméstico. Estos elementos son comunes en la zona, dado que está expuesta a la acción de las mareas, lluvia y actividad antropogénica.

Las muestras de los perfiles edáficos fueron numerados en todos los casos de menor a mayor desde el límite del cuerpo de agua hacia tierra adentro. Partiendo del límite del bordo de los tres transectos hacia La Laguna, los pozos edáficos entre los transectos en ambos periodos tienen una posición correspondiente aproximadamente entre ellos como se muestra en las gráficas 4 a 9 (Anexo I). Bajo esta consideración de correspondencia de Relevés, se presentan como similares los puntos de muestreo de los tres transectos en ambos periodos en las gráficas 1 a 17 (Anexo III), para facilitar su análisis.

#### ➤ Porcentaje de Humedad

- La gráfica 1 (Anexo III) muestra que el porcentaje de humedad presenta una tendencia general similar entre transectos como de estaciones climáticas, mostrando un gradiente inverso bien definido desde el cuerpo de agua de la Laguna hacia el bordo y en consecuencia con la pendiente o altura del suelo, observándose aparentemente un comportamiento proporcional entre transectos y periodos.

El porcentaje de humedad disminuye de 60 a 30% desde el límite del cuerpo de agua entre el metro 87 y el 120 de los transectos 1 y 2 en la época de estiaje, y al metro 105 durante lluvias en el transecto 1, así como a lo largo del transecto 2 durante lluvias y del transecto 3 en ambos periodos, mientras que en los tramos restantes, el porcentaje de humedad del suelo es inclusive menor al 20%; esto se debe básicamente a que la pendiente del terreno es suave dentro de los primeros 100 m y mayor en el resto de los transectos, al tipo arenoso del suelo, y al gradiente encontrado a lo largo de la línea de costa de la laguna.

Solo se observa un cambio en el contenido de agua del suelo al metro 106 del transecto 3 durante el estiaje, donde se registra un incremento en la humedad del suelo, la cual puede estar asociada con la textura o con la presencia de la vegetación. De acuerdo a Chapman (1938 y 1969), el canal agrícola que corre al fondo de las

marismas, así como la talla y cobertura de la vegetación deberían de influir fuertemente en el contenido de humedad de los suelos. Sin embargo, en este caso no pareco ser evidente ni en las variaciones horizontales ni verticales (espaciales y temporales), en ninguna de las tres localidades de marismas analizadas, pudiéndose reconocer que no hay comportamiento proporcional como se observa en la gráfica 1 (Anexo III).

Este parámetro sólo fue medido una vez por muestra, por lo que no se obtuvo la media y desviación estándar de las muestras analizadas, sin embargo el método de peso granulométrico es muy preciso.

#### ➤ PH

- La reacción del suelo, pH en el transecto 1, presenta variaciones desde 7.28, hasta 7.77 unidades en el estiaje, y de 6.85 a 7.88 unidades en lluvias (gráfica 2, Anexo III), es decir presenta una variación de 0.5 a 1 unidad potenciométrica; la variación en el transecto 2 es de 6.95 a 7.93 unidades en el estiaje y de 7.12 a 8.12 unidades, con una variación promedio de una unidad pH en ambos períodos, mientras que en el transecto 3 la variación va de 6.99 a 7.86 unidades en el estiaje y de 6.78 a 8.64 unidades durante lluvias, con una variación de 1 unidad en estiaje y hasta 2 unidades en lluvias. Esta variación entre los transectos muestra nuevamente un cambio de las condiciones del suelo a lo largo de los transectos así como entre ellos en ambos períodos, esto es a consecuencia de una gradación en la pendiente, a lo largo de la línea de costa de la laguna, como tierra adentro.

La variación gradual del pH que existe a lo largo de los tres transectos, así como entre ellos en ambos períodos, nos permite suponer que estos ligeros cambios de la reacción del suelo pudieran también formar parte de los elementos que establecen la zonación de la comunidad vegetal de las marismas, contrario a lo reportado en la generalidad de los estudios (Chapman 1938, 1960, 1961, 1969, Pomeroy 1975, Zedler 1977). Sin embargo, se debe reconocer que la reacción del suelo en general tiende a

ser neutra, como ha sido reportado por innumerables autores (Chapman 1938, 1960, 1961, 1969; Ferrari, Gerdol y Picolle 1985, Adams 1963, ).

En la gráfica 2 (Anexo III) se observa que la desviación estándar es poco significativa por lo que no hay una dispersión considerable de los resultados de la reacción del suelo.

El comportamiento del pH puede considerarse similar entre sí en ambos periodos a lo largo de los transectos, pudiendo observarse en forma general una tendencia inicial inversamente proporcional del cuerpo del agua al pozo 6 del transecto 1 en estiaje y son directamente correspondientes en los demás transectos y en ambos periodos y del pozo 7 al 11 del transecto 1 en estiaje.

#### ➤ Conductividad Eléctrica

- La conductividad eléctrica (gráfica 3, Anexo III) en los transectos 1 y 3, presenta inicialmente un gradiente positivo hasta el metro 102 y 92 respectivamente, disminuyendo de aquí hasta la superficie superior del bordo, en ambos periodos. Este comportamiento es el típico para la salinidad, en marismas de diversas latitudes descrito por la generalidad de investigadores. (Chapman 1938, 1960, 1961, 1969; Ferrari, Gerdol y Picolle 1985, Adams 1963) las distancias al metro 102 y 92, parecen marcar el límite de la marea media, como puede observarse por el cambio de otros parámetros, pudiendo probablemente marcar las zonas correspondientes a Marismas Bajas y Marismas Altas que establece Chapman (1969) para las costas de Inglaterra.

En el transecto 1 se observa una gran variación que llega a ser hasta de 60,000  $\mu$ siemens/cm en el período de lluvias. Ello pudiera indicar, como lo refiere Chapman (1969), un aporte importante de agua salobre, y una fuerte evaporación del agua, permitiendo la concentración de las sales solubles sobre la superficie del suelo, lo que explicaría las costras de sal que se localizaron en algunas áreas de las marismas.

En los transectos 1, 2 y 3 durante el estiaje, la conductividad eléctrica presenta el mismo patrón, mientras que en el período de lluvias, el transecto 2 presenta un comportamiento singular, igual que en el transecto 3 del mismo periodo, con una tendencia proporcional con el % de humedad, respecto a la pendiente del suelo, tendiendo a disminuir ésta al aumentar la pendiente, este comportamiento no corresponde a lo establecido por Chapman (1969), lo que se puede atribuir posiblemente a algún aporte de agua fresca de lluvias. En el verano, los perfiles edáficos 2 y 4 correspondientes a los metros 84 y 110 de este transecto, presentaron costras de sal superficiales y los valores de conductividad fueron los más extremos, hasta de 116, 000  $\mu$ siemens/cm.

La conductividad del transecto 3, tanto en estiaje como en lluvias, es más baja que las respectivas de los transectos 2 y 1. En los tres transectos, la conductividad durante lluvias es mayor que en estiaje. La conductividad en el transecto 2 es mayor que en el transecto 1, sugiriendo nuevamente el gradiente a lo largo de la línea de costa de la laguna.

La conductividad eléctrica en las tres áreas de estudio, siempre se mantiene a concentraciones mayores a 2,000  $\mu$ siemens/cm., el cual se designa como el límite inferior para suelos salinos (Dregne 1976).

La gráfica 3 muestra el comportamiento de la conductividad eléctrica donde se observa en forma general que no existe una dispersión considerable con la excepción de los pozos 6 y 4 del transecto 2 en estiaje y lluvia respectivamente como en los pozos 1 a 3 del transecto 3 durante lluvias. Esta dispersión puede asociarse en el caso del transecto 2 a la probable concentración de nódulos de sal manifiestos por la presencia de costras de sal en la superficie del suelo explicando probablemente y de igual forma el disparo que presenta la conductividad entre estos sitios, En el transecto 3 en cambio debe buscarse otra explicación probable ( ya que en él no se observaron tales costras de sal).

## ➤ Materia Orgánica

- El comportamiento de la M.O. en los tres transectos es muy variable (gráfica 4, Anexo III). El % de M.O. del transecto 3 durante el estiaje es mayor que en los transectos 2 y 1, mientras que en lluvias es menor que el transecto 1 pero mayor que el transecto 2. El porcentaje de material orgánico es menor en el transecto 2 respecto al 1, sin embargo es más homogéneo. Las tendencias en la época de lluvias de los tres transectos corresponden respectivamente a las presentadas durante el estiaje.

En el transecto 1, la materia orgánica presenta un incremento relativamente constante y proporcional con la pendiente del terreno en ambos periodos, al contrario de lo que se esperaba de acuerdo al % de humedad, como lo define Zeddler (1977); sin embargo, parece responder al aumento de la densidad vegetal establecida, lo que estaría de acuerdo con Chapman (1969).

El porcentaje de M.O. en los transectos 2 y 3 en el periodo húmedo, se mantiene relativamente constantes. El transecto 2, presenta aparentemente dos fases durante el periodo seco; la primera corresponde a un decremento del metro 14 al 92 donde tiene un incremento abrupto. La segunda serie presenta otro decremento gradual desde el metro 92, hasta el metro 134, incrementándose nuevamente al metro 137. El incremento del metro 92 debe atribuirse a un depósito de material orgánico de origen lagunar donde se encontró dentro de la capa arable, restos de bivalvos que por su estado de descomposición no fueron determinados, así como restos vegetales que aparentemente corresponden a estolones y material foliar de *Salicornia spp* y *B. maritima*. Esto refuerza nuevamente la zona límite de la línea media de marea, referida para la conductividad eléctrica depositándose aquí el material orgánico arrastrado por el cuerpo de agua. Exceptuando este perfil de mayor concentración orgánica, el % de M.O. responde proporcionalmente con el % de humedad e inversamente proporcional a la pendiente del terreno.

En el periodo de estiaje en el transecto 3, el % de M.O. se mantiene relativamente constante, dentro de los primeros 40 m; al metro 60 desciende significativamente, volviendo a incrementar hacia el metro 106, descendiendo a partir de este punto en forma inversamente proporcional con la pendiente del suelo y directamente proporcional con el % de humedad. En cambio, durante el periodo de lluvias, la materia orgánica aumenta inicialmente del metro 84 al 106 y disminuye hacia el metro 137. Este comportamiento puede deberse a los restos vegetales y animales que se encuentran en la capa arable del suelo, o bien al tipo y cobertura de la vegetación (Long 1958; Corre 1977 y 1979; Rending 1951; Adams 1963; Everest y Grant 1965; De la Cruz 1977; entre otros).

La concentración de la M.O. en general, es mayor al promedio normal de un suelo mineral típico, de 2 a 3%, sin alcanzar un valor que corresponda ya a un suelo orgánico de 20%, por lo que se puede definir como un suelo rico en materia orgánica (Buckman H. y Brady N. 1977).

En la gráfica 4 no se observa una dispersión significativa de los valores. El comportamiento general es variado entre transectos en el periodo de estiaje y más afín en el periodo de lluvias. En el transecto 1 en ambos periodos se observa un gradiente franco de menor a mayor desde el cuerpo de agua hacia el bordo.

#### ➤ Textura

- Durante el estiaje, el porcentaje de arena en los transectos 1 y 2, decrece respecto a la pendiente, mientras que en el transecto 3, primero decrece conforme aumenta la pendiente y hasta el metro 100, de donde comienza a aumentar gradualmente hasta el bordo. El porcentaje de arena durante el periodo de lluvias, es irregular en el transecto 1, sin presentar una gradación determinada aparente, mientras que en los transectos 2 y 3, el contenido de arena presenta un descenso inicial del límite del cuerpo de agua, hasta la zona media de la marisma, seguido de un

incremento hacia la superficie del bordo, aún cuando en el transecto 3 en lluvias presenta una concentración relativamente constante (gráfica 5, Anexo III).

- El % de limos se comporta inversamente proporcional al % de arena en los transectos 1,2 y 3 durante el período seco, mientras que en el húmedo no presenta un comportamiento bien definido.
- El % de arcilla durante la sequía, en los transectos 1 y 3, aumenta inicialmente hasta la zona media de la marisma, decreciendo posteriormente hacia el bordo, mientras que en el transecto 2 no se observa un patrón definido. Durante la época húmeda, la arcilla no presenta un patrón específico en los transecto 1 y 3, mientras que en el 2 , es inversamente proporcional a la arena.
- La textura en general está definida prácticamente por las arenas y limos, dando una textura de migajón de acuerdo al triángulo de texturas (Ortiz V. y Ortiz S. 1984), llegando inclusive a un equilibrio de las partículas en el transecto 2 durante las lluvias que le confiere al suelo características de franco.

Los cambios drásticos de la proporción de las partículas gruesas por otras más finas es de esperarse, y deben atribuirse básicamente al arrastre y deposición de las mismas por influjo de las mareas y los aportes de agua fresca de las lluvias. Debe de considerarse como uno de los factores fundamentales para el establecimiento y zonación de las especies vegetales, así como los posibles cambios físicos y químicos del suelo, como lo sugieren Chapman (1938 y 1969), Pomeroy (1975), Brady (1974), entre otros. En el transecto 3, el porcentaje de arena tanto en lluvias como en estiaje, es mayor que en los transectos 1 y 2; el % de limos es menor y el % de arcillas en el período húmedo es mayor durante las lluvias; mientras que en estiaje, el porcentaje de arena es mayor que el transecto 2 y menor que el transecto 1.

La clasificación textural en los tres transectos varía entre migajón arenoso y migajón limoso, lo que denota que el limo y la arena se encuentran en forma general en mayor proporción que la arcilla.

Para este parámetro no se obtuvo la desviación estándar ya que las lecturas que se hicieron para cada muestra fueron sencillas debido en gran parte al gran consumo de reactivo defloculador para suelos por la alta concentración de sales presentes en éstos, por la poca existencia de los mismos en los laboratorios que dieron el apoyo para el desarrollo de este trabajo, como por su elevado costo.

#### ➤ Color

- El color del suelo en general, (tablas 1, 2, 3) cae en la clasificación 5Y/R de las Tablas de color Munsell que corresponde al pardo rojizo. La variabilidad de éste a lo largo de los transectos en los dos periodos, no presenta un patrón establecido y básicamente varía de matiz y brillo. El color en este caso debe de estar asociado a la cantidad y estado de oxidación del material orgánico, y especialmente al alto contenido de fósforo como lo proponen Reimold, 1969 y Reimold y Daiber, 1970.

#### ➤ Densidad del suelo.

- La densidad real o de partículas en los transecto 1 y 2 en el estiaje (gráfica 6, Anexo III), aumenta proporcionalmente con la M.O., mientras que en el transecto 3 en ambos periodos es inversamente proporcional; durante el periodo húmedo, no se aprecia una asociación clara entre la densidad real con otros parámetros en el transecto 1 y en los transectos 2 y 3, es inversamente proporcional con el % de M.O.. Respecto a la textura, la densidad real en el estiaje, es inversamente proporcional al % de arena en los transectos 1 y 2, en ambos periodos, e inversamente proporcional al % de limo, en

el transecto 3, mientras que en lluvias es directamente proporcional al porcentaje de arena.

La densidad real no presenta una dispersión considerable en los tres transectos en ambos periodos, lo que indica una gran homogeneidad de las partículas en las muestras de suelo en cada perfil edáfico, el comportamiento entre los tres transectos en ambos periodos es similar aún cuando los resultados se disparan en el pozo 10 de los transectos 1 y 3 durante el estiaje, el pozo 3 del transecto 2 durante lluvias y el pozo 8 del transecto 3 en estiaje; presentándose en forma general un decremento gradual desde el cuerpo de agua hasta el metro 106 en los tres transectos en el periodo seco ; del metro 108 al 114 del transecto 1, del 106 al 134 del transecto 2 y del metro 106 al 124 del transecto 3 en el periodo de estiaje se observó el incremento de la densidad real

Es necesario hacer notar que en los tres transectos en el periodo de lluvias y en el transecto 3 en el periodo de estiaje, se presentan densidades con valor mayor a 3 mg/l especialmente sobre el bordo donde se observan las mayores densidades en forma general.

- La densidad aparente en el transecto 1 en ambos periodos, en el transecto 2 durante el estiaje, y en el transecto 3 en lluvias, disminuye proporcionalmente al % de arena, e inversamente proporcional al % de M.O.; en el transecto 2 en el periodo húmedo y en el transecto 3 durante el estiaje, es inversamente proporcional al % de arena y directamente proporcional al % de materia orgánica. Los porcentajes de arcilla y limo, afectan a la densidad aparente en especial en los transectos 2 y 3 en el período de lluvias (gráfica 7, Anexo III).

La dispersión de los resultados analíticos de la densidad aparente es en general pequeña, con la excepción del pozo 5 del transecto 1 y del pozo 1 del transecto 3 de la época de lluvias. Aún cuando existen algunas irregularidades en cuanto a la densidad

real puede decirse que presentan un comportamiento similar entre si, las densidades real y aparente.

- El % de porosidad en el transecto 1 en ambos periodos, es proporcional al % de arena, así como en el transecto 2 en estiaje, y en el transecto 3 durante lluvias. En el transecto 2 del periodo húmedo, la densidad real es proporcional al % M.O. y % de limo, y en el transecto 3 del estiaje, presenta un comportamiento complejo que en ocasiones es proporcional a la materia orgánica y en otras al porcentaje de arena (gráfica 8, Anexo III).

Este comportamiento irregular debe explicarse con la asociación de diversos elementos que probablemente actúan simultáneamente en las densidades del suelo y su porcentaje de porosidad (Chapman 1969).

La dispersión de los valores de este parámetro es baja de igual forma que en las densidades real y aparente, dado que éste es calculado a partir de las densidades. El comportamiento de los valores en forma individual es inversamente proporcional al de la densidad aparente en los tres transectos en ambos periodos, sin embargo presenta la misma tendencia que las densidades.

Las irregularidades que presentan la densidad real, densidad aparente y % de porosidad en los tres transectos en ambos periodos, puede deberse a las diversas tendencias de la M.O. y la textura del suelo. Las densidades real y aparente son similares en los tres transectos, siendo en todas las muestras mayor a 2.5 mg/l lo que corresponde a suelos minerales típicos (Ortiz V. y Ortiz S. 1984). En algunos casos, el valor es mayor a 2.75 mg/l lo que puede indicar la presencia de minerales como la magnetita, zirconio, turmalina u hornblenda (Ortiz V. y Ortiz S. 1984, Dregne 1976, Buckman y Brady 1977).

## γ Nitrógeno

- El nitrógeno total (gráfica 9, Anexo III) presenta un comportamiento variable, sin embargo es proporcional a la pendiente del suelo e inversamente proporcional con el porcentaje de humedad. En este caso el comportamiento en los transectos 1 y 2 es el esperado, mientras que en el transecto 3 es inverso según Chapman 1969, y no corresponde con ninguno de los otros parámetros en los tres transectos, excepto para los transectos 2 y 3 en el estiaje, en que se presenta una tendencia similar al fósforo total en el transecto 2 y en menor grado con la materia orgánica, como lo han establecido Chapman (1938 y 1969), Aurand y Daiber (1973), Reimold (1969), Reimold y Daiber (1969), Adams (1963). Esto puede ser explicado por el efecto de varios factores que pudimos pasar por alto durante el desarrollo de este trabajo, como puede ser el aporte de agua fresca de las lluvias (Aurand y Daiber 1973) entre otros.

La concentración del nitrógeno total en los transectos 2 y 3 durante el estiaje, es la más baja de los minerales analizados, mientras que en el transecto 1, es mayor que el potasio total. En el período de lluvias, la concentración del nitrógeno es menor a la del potasio en los tres transectos.

El comportamiento del nitrógeno en los tres transectos es muy variable. Los transectos 2 y 3 presentan concentraciones similares de nitrógeno, tanto en lluvias como en estiaje respectivamente, mientras que en el transecto 1 es mayor durante el estiaje y menor en lluvias.

Se puede observar en la gráfica 9 que existe una mayor dispersión de los resultados en forma generalizada, en comparación con los parámetros anteriores. Lo cual debe atribuirse probablemente a la alta sensibilidad de la técnica analítica empleada, o bien a una heterogeneidad del material orgánico presente en el suelo, así como la calidad y origen o tipo de la misma, sin embargo puede decirse que tal dispersión es poco significativa permitiendo describir las tendencias del parámetro a lo largo de los transectos entre las épocas estacionales.

Los perfiles edáficos donde se disparan los valores del nitrógeno total son los pozos 2 y 6 del transecto 1 y el pozo 10 del transecto 2 de la época de estiaje, como el pozo 1 del transecto 1 durante lluvias.

La tendencia del nitrógeno total en los transectos 1 y 2 en el periodo de estiaje se puede observar con un franco gradiente directamente proporcional a la pendiente, aumentando su concentración desde el cuerpo de agua de la laguna hacia el bordo, mientras que durante el periodo de lluvias, el incremento, aunque más ligero, se mantiene en el mismo sentido. El incremento observado en el periodo húmedo en estos transectos es tan ligero, que puede incluso decirse que la concentración tiende a ser constante a lo largo de los transectos, especialmente en el transecto 2, sin embargo, debe preferirse la primera interpretación para el análisis, (un ligero gradiente), pues de lo contrario podríamos concluir falsamente y "a priori" que este parámetro no es relevante para el establecimiento de zonación de la comunidad vegetal.

En el transecto 3, la tendencia es inversa a los otros dos transectos en ambos periodos, es decir, presenta un decremento gradual de nitrógeno total desde la laguna hasta el bordo conforme aumenta la altura o pendiente del suelo.

#### > Fósforo

- De los macronutrientes, las concentraciones de fósforo total y extractable son mucho mayores que cualquiera de los otros nutrientes analizados en su forma total o soluble a lo largo de los tres transectos en ambas épocas, como lo observan Reimold (1969) y Reimold y Daiber (1970), lo cual puede explicarse si se considera que el agua de la laguna que baña a la marisma, es rica en este elemento tanto por el aporte del agua marina, como por el arrastre del mismo de las tierras de cultivo a través de los canales agrícolas que la alimentan (Chapman 1969) (gráfica 10, Anexo III).

- La concentración de fósforo total en los transectos 1 y 2 en el estiaje y en el transecto 3 en lluvias, tiende a aumentar proporcionalmente con la M.O. y la pendiente del suelo e inversamente proporcional al % de humedad, mientras que en el transecto 3 en el período seco, no se observa un comportamiento aparentemente asociado con algún otro parámetro. El fósforo total en los transectos 1 y 2 durante las lluvias, presenta una tendencia más variable que en el estiaje, tendiendo más al % de arcilla y % limos, que al de materia orgánica

Si los valores de fósforo total obtenidos en las muestras 11 de los transectos 2 y 3 durante el periodo seco, y la muestra 1 de los mismos en el periodo húmedo se consideran disparados y los omitiéramos, se observaría una tendencia general de incremento de la concentración de este desde el cuerpo de agua al bordo en forma proporcional con el aumento de la altitud de igual forma que el nitrógeno, correspondiendo a lo que indica Reimold (1969) y Reimold y Daiber (1970).

- El fósforo extractable presenta una tendencia variable en el estiaje en el transecto 1; y es inversamente proporcional con el % de limos en los transectos 2 y 3, aún cuando en este último no es tan clara la asociación (gráfica 11, Anexo III).

En cuanto al fósforo extractable o asimilable en los transectos 1 y 2 durante lluvias, es inverso al % de material orgánico y la pendiente, pero proporcional al % de humedad, mientras que en el transecto 3 tiene mayor similitud al % de arcilla. Los canales agrícolas que delimitan las marismas deben jugar un papel importante en esta situación.

La concentración del fósforo en general es menor en el transecto 3 que en los transectos 1 y 2. La concentración del fósforo total y extractable en época de lluvias de los tres transectos es mayor a la concentración del fósforo en el estiaje; el comportamiento del fósforo en los tres transectos es muy variable, aún cuando se acerca más al % de M.O.

Las concentraciones del fósforo de ambos períodos del transecto 2 son similares a los correspondientes del transecto 1; éste comportamiento tan variable del contenido de fósforo en la capa superficial del suelo, puede explicarse por fenómenos de lixiviación, presencia del material orgánico en proceso de degradación, entre otros, así como si se considera que el agua de la laguna que baña a la marisma, es rica en este parámetro tanto por el aporte del agua marina, como por el arrastre del mismo de las tierras de cultivo a través de los canales agrícolas que la alimentan (Chapman 1969).

Este parámetro tiene una gran dispersión significativa en la gran mayoría de las muestras de los tres transectos en ambos periodos, lo cual puede atribuirse a la sensibilidad de la técnica analítica, a la posible interferencia del sodio, o a una posible concentración en nódulos de las formas solubles o insolubles de mismo, por sus características de cohesión o quelatación. Ésta concentración irregular de sus sales pudiera ser la responsable de la dispersión de valores de la C.E. referida anteriormente, por lo que debe tomarse con la debida reserva las inferencias que se puedan hacer de este.

#### ➤ Potasio

- La tendencia del potasio tanto total como extractable en los transectos 1 y 3 en ambos periodos, es proporcional al % de M.O. y la pendiente del relieve, e inversamente proporcional al % de humedad. En el transecto 2 en la época seca, corresponden con la conductividad eléctrica, mientras que en la época húmeda, el potasio total es proporcional al porcentaje de M.O. y porcentaje de humedad, mientras que el potasio extractable corresponde al porcentaje de limos (gráficas 12 y 13, Anexo III).

Las concentraciones del potasio extractable son siempre menores en el periodo húmedo respecto al seco en los tres transectos, esto, junto con la concentración

relativamente estable en los tres transectos puede deberse al lavado y lixiviación de las sales solubles de potasio.

La tendencia del potasio es muy diversa entre los diferentes transectos aún cuando se acerca más al % de M.O. que a otros parámetros. La concentración de potasio en el transecto 3 es mayor que en el transecto 2 y 1. La concentración del potasio total es ligeramente menor en el transecto 2 respecto al transecto 1, mientras que el extractable es mayor.

Para este parámetro se presenta una dispersión o desviación estándar relativamente estrecha o poco significativa, así mismo no parecen dispararse las concentraciones de potasio en alguno de los perfiles edáficos en los tres transectos en ambos periodos. Este parámetro también presenta un incremento gradual desde la laguna hacia el bordo proporcionalmente con la pendiente en ambos periodos de los transectos 1 y 2, mientras en el transecto 3 el gradiente es inverso.

El potasio extractable no presenta una desviación estándar considerable, siendo entonces una dispersión de valores poco significativa.

La tendencia general de los tres transectos en el periodo de estiaje corresponde a un incremento proporcional con la altitud del suelo desde el cuerpo de agua de la laguna al bordo, de igual forma que el potasio total en este periodo.

En cuanto al periodo de lluvia tiende a mantenerse estable la concentración de este parámetro contrastando con el potasio total en el mismo periodo, aún cuando también podría considerarse que existe un decremento ligero inverso a la pendiente del suelo, contrastando con el comportamiento del potasio en el periodo de estiaje lo cual, no correspondería con lo citado por Reimold y Daiber (1970).

## γ Calcio

- La concentración de calcio total y extractable en los transectos 1 y 2 es relativamente constante desde el límite de la laguna hasta el metro 102 disminuyendo al metro 106 y aumentando nuevamente hasta el metro 137, durante el período seco y no presentan una relación aparente con los otros parámetros, mientras que en el transecto 3 parece asociarse el calcio total con el porcentaje de arena, y el extractable con el porcentaje de limo (gráficas 14 y 15, Anexo III).

El calcio total y extractable presentan un comportamiento muy variable en el período húmedo en el transecto 1, sin una asociación aparente con los otros parámetros, excepto con la C.E. en forma directamente proporcional; en el transecto 2, presenta una asociación proporcional con el porcentaje de limo e inversamente proporcional con el % M.O., % de humedad y pendiente del suelo y en el transecto 3, es directamente proporcional con la materia orgánica, el potasio y humedad, e inversamente proporcional a la pendiente y porcentaje de arena.

Las concentraciones más elevadas, corresponden con áreas donde se encontró una gran cantidad de restos de conchas de moluscos, bivalvos y caracoles, como en el caso de las marismas de Inglaterra (Chapman 1969), y que por su grado de deterioro, no pudieron ser identificados.

La tendencia del calcio entre los tres transectos es muy variable, sin embargo, presentan una asociación más afin con el % de limos y arenas que con otros parámetros. La concentración del calcio en época de lluvias es más baja que en estiaje en los tres transectos. La concentración de calcio en estiaje y lluvia del transecto 2 son más bajas que los correspondientes al transecto 1.

La desviación estándar obtenida para el calcio total es poco significativa excepto en el pozo 3 del transecto 1 durante el estiaje. Pueden observarse concentraciones de este elemento que se disparan en el pozo 9 del transecto 1, el 12 del transecto 2 y el 6

y 8 del transecto 3 durante el estiaje, los cuales se pueden asociar con bancos de material calcáreo en proceso de desmineralización.

La concentración tiende a ser constante a lo largo de los tres transectos en ambos periodos, aún cuando se observa un ligero incremento en el transecto 2 y 3 en estiaje y transecto 1 en lluvias y un decremento leve en los transectos 2 y 3 en lluvias.

La concentración de calcio extractable no presenta una dispersión significativa, la concentración tiende a ser constante a lo largo de los tres transectos en el estiaje, mostrando un ligero decremento en los tres transectos durante lluvias. Podría decirse que el calcio extractable se comporta de forma similar al calcio total. En ambos casos puede decirse que el decremento de calcio en la época de lluvias es proporcional con la altura del suelo en el bordo, probablemente debido al lavado y lixiviación del mismo en el suelo.

#### ➤ Sodio

- La tendencia del sodio total y extractable en el transecto 1 a lo largo del año, es también variable, similar a la del calcio. En el transecto 2, la tendencia del sodio, no presenta una correspondencia aparente con los demás parámetros, excepto el sodio extractable en el período húmedo, que presenta un comportamiento similar al del potasio y es directamente proporcional a la C.E.. En el transecto 3, tanto el sodio total como el extractable en el estiaje, se comportan de manera muy similar a la C.E. , inclusive los valores que corresponden a los pozos 5 y 7 que son muy altos para estos parámetros en comparación con los otros perfiles, lo cual indica que las costras de sal encontradas en éstas deben estar conformadas principalmente por alguna sal sódica y dada la cercanía que existe con la laguna costera, puede pensarse que es cloruro de sodio (NaCl), así mismo, las concentraciones más elevadas en solución extractable de los minerales potasio y calcio así como la concentración total de nitrógeno, corresponden a estos perfiles, por lo que deben existir otras sales mezcladas con el

cloruro de sodio, mientras que en el periodo de lluvias, el sodio total y extractable tienen un comportamiento similar al del calcio y potasio, que es directamente proporcional con la M.O. y % de humedad e inversamente proporcional con la pendiente y % de arena (gráficas 16 y 17, Anexo III).

Las concentraciones de sodio total y extractable en general son mayores que las de calcio total y extractable respectivamente por lo que se podría pensar que el suelo es sódico, sin embargo para poder determinarlo se requiere realizar la prueba del porcentaje o razón de adsorción de sodio RAS (Buckman y Brady 1977).

La tendencia del sodio entre los tres transectos es muy variable, presentando afinidad a diferentes parámetros en cada transecto. La concentración del sodio en el transecto 3 es mayor que en el transecto 2, y este es mayor que el 1.

La concentración de sodio, tanto total como extractable, presenta una desviación estándar baja. La tendencia de ambos parámetros presenta un incremento inicial desde los pozos 1 a 6 de los tres transectos y un incremento marcado posterior desde el borde, correspondiendo esta última tendencia a la observada a lo largo de toda la línea de transectos durante lluvias. Debe notarse que la concentración de sodio extractable en el periodo húmedo es mucho menor que en el seco.

La desalinización aparente del sodio tanto total como extractable puede explicarse tanto por un proceso de lixiviación y lavado durante la época de lluvias, como por una fuerte actividad metabólica de la comunidad halófila establecida.

➤ De los minerales analizados, los que se asocian con la conductividad eléctrica de forma directamente proporcional durante el estiaje, son: el potasio y fósforo total y extractables y el calcio total en el transecto 1, el potasio total y extractable y el sodio extractable en el transecto 2, y en el transecto 3, el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y sodio totales y extractables.

Durante el período de lluvias, el fósforo total y extractable y el calcio total en el transecto 1 y el fósforo total y el sodio total y extractable en los transectos 2 y 3. El potasio total se comporta inversamente proporcional con la C.E. en el transecto 1, al contrario del período seco,

Cabe hacer notar que las altas concentraciones del calcio y sodio, podrían ser los responsables de la variación del nitrógeno, al afectar la actividad microbiana responsable de la fijación del nitrógeno a través del complejo químico  $\text{NH}_3$  -  $\text{NO}_2$  -  $\text{NO}_3$  (Brady 1974).

Los minerales que parecen estar asociados con la C.E. de forma directa en los tres transectos son el sodio y el potasio principalmente, seguidos por fósforo, calcio y nitrógeno en menor grado.

Las características de textura, materia orgánica, pH y C.E. en general de las tres zonas de estudio, corresponden a suelos minerales salinos de tipo Aridisol de acuerdo a la literatura, sin embargo para establecer una clasificación precisa del suelo (FAO/UNESCO) deberá ser necesario realizar un análisis más detallado de la textura, tamaño, estructura, origen y formación de las partículas; origen y grado de descomposición de la materia orgánica, forma y concentración de las sales solubles; determinación de los horizontes B, C, etc., de los perfiles edáficos y sus características físicas y químicas, etc.

Del análisis de resultados, se observa un comportamiento general de los parámetros analizados que está en función de la pendiente del suelo, así como de la distancia al cuerpo de agua y porcentaje de humedad del suelo. Esta pendiente establece un cambio gradual o gradiente de las condiciones o características del suelo, que para algunos parámetros como C.E., es realmente notoria, mientras que para otros como pH parecen insignificantes, observándose de igual forma el mismo patrón general para cada zona en, y durante las dos estaciones climáticas analizadas.

La variación de los porcentajes de arena, limo y arcilla, aunado a la proporción de materia orgánica en el suelo, establecen el comportamiento diferencial de la densidad aparente, densidad real o de partículas y porcentaje de porosidad, y a su vez determinan la concentración total y extractable de los minerales analizados, los cuales en conjunto influyen en la conductividad eléctrica y el pH.

La variación de las unidades del potencial hidrógeno del orden de  $\pm 1$  unidad pH promedio, parecen ser estadísticamente insignificantes, pudiendo decir que el valor en este suelo es constante de 7.5 pH, lo que nos llevaría a corroborar que este parámetro no juega un papel determinante para estos sistemas (Jiménez 1983; Jiménez et al 1985), sin embargo, al graficar esas ligeras diferencias encontramos un sutil cambio gradual a lo largo del transecto, y comparable o asociado con los patrones establecidos por los demás parámetros.

El hecho de encontrar en promedio un pH de 7.5 en todas las estaciones edáficas, puede deberse a que este fue estimado en todos los casos, a partir de la pasta de saturación, en la cual, probablemente se encuentran en solución bases neutras, aún cuando estas varíen en su concentración.

En las marismas, solo encontramos condiciones del suelo análogas a la pasta de saturación en los límites de los cuerpos de agua; sin embargo al seguir la pendiente del transecto, la relación agua - suelo disminuye en proporción al porcentaje de humedad del suelo, favoreciendo los procesos de adsorción de las sales y minerales por las partículas estructurales del suelo y materia orgánica, por lo que se deberá presentar entonces un cambio gradual pero significativo del pH tendiendo a la alcalinidad y consecuentemente presentaría cambios en cuanto al tipo de sales disueltas, concentración etc., alterando asimismo los procesos de degradación de la materia orgánica; fijación, solubilidad y aprovechamiento del fósforo; reacción química del complejo nitrato - nitrito - amoníaco y su asimilación, pudiendo existir cambios incipientes en este parámetro por oxidación de la materia orgánica y lixiviación de las sales durante el muestreo y proceso de las muestras etc.. Por tales motivos se

considera que no debe despreciarse el papel del pH en estos sistemas, debiéndose entonces realizar en campo lecturas de pH de la extracción del soluto de la muestra de suelo, bajo las condiciones ambientales encontradas "in situ".

Aún cuando las asociaciones encontradas entre los parámetros físicos y químicos son complejas, se observa de forma general que la conductividad eléctrica está determinada por la concentración de los minerales extractables en la solución de la pasta de saturación, los cuales están determinados en mayor o menor grado por las densidades real y aparente, % de porosidad, % de humedad, la cantidad de materia orgánica, textura, y los cuales varían de acuerdo a la distancia al cuerpo de agua, época ambiental, etc. presentando cambios graduales en función de la pendiente del terreno.

El comportamiento general de los parámetros físicos y químicos del suelo presenta cambios graduales en función de la altitud o pendiente y la distancia al cuerpo de agua. Llama la atención algunos perfiles edáficos, donde la relación y asociación entre los parámetros físicos y químicos se rompe o interrumpe dada la presencia de costras de sales, depósitos de material orgánico de origen lagunar o terrestre entre otros, con lo que podríamos suponer que en estos sitios se encuentra posiblemente alguno de los límites de la fluctuación de mareas de bajamar, pleamar o ambas.

## VEGETACION

La tabla 4 (Anexo II) y figura 10 (Anexo I) fueron obtenidas a partir de los análisis de componentes principales de clasificación jerárquica incluidos en el paquete de programas de cómputo TWINSPAN, mientras que las láminas 1 a 14 (Anexo IV), a partir de la ordenación incluida en el paquete de programas de cómputo DECORANA.

En la tabla 4 y figura 10 se observa que en el primer nivel de división, se separa el transecto 3 en el grupo 1., de los transectos 1 y 2 en el grupo 0., dada la división por las especies *S. subterminalis* para el grupo 0. y *S. virginica* para el grupo 1.; en el segundo nivel de división del grupo 0., se separan las muestras por su distancia al cuerpo de agua quedando en el grupo 0.0. las muestras comprendidas del metro 126 al 136 y el grupo 0.1. las muestras del metro 70 al 125, siendo las especies responsables de esta división *S. taxifolia* para el 0.0. y *S. subterminalis* para el 0.1.. En el tercer nivel de división del grupo 0.0. se dividen las muestras del periodo de lluvias en el grupo 0.0.0. del de estiaje en el grupo 0.0.1. de los transectos 1 y 2 siendo la presencia de *S. paludosus* la característica del grupo 0.0.0. y su ausencia la del grupo 0.0.1..

En el tercer nivel de división para el grupo 0.1. quedan divididas las muestras del metro 116 al 125 para el grupo 0.1.0 determinada por la ausencia de *B. maritima* y en grupo 0.1.1. las muestras del metro 70 al 115 siendo determinada por la presencia de ésta.

En el cuarto nivel de la división de los grupos 0.0.0. y 0.0.1. no se aprecia algún comportamiento claro que la sustente, por lo que ambos grupos se dejan en éste nivel de división; en cambio en el grupo 0.1.0. la división es clara diferenciando las muestras del tramo 116 al 136 del transecto 3 en el periodo de lluvias quedando éstas en el grupo 0.1.0.0. que por su composición vegetal pudiera incluirse en éste o en el grupo 1 al que debiera corresponder, mientras que en el grupo 0.1.0.1. quedan las muestras de del tramo 90 al 136 de los transectos 1 y 2 de ambos periodos. Las especies responsables

de esta división son *S. paludosus* y *C. salina*, cuya ausencia define al grupo 0.1.0.1. y su presencia define al grupo 0.1.0.0..

En éste nivel de división del grupo 0.1.1., se separan las muestras del transecto 2 en el grupo 0.1.1.0. con la presencia de *B. maritima* y *A. nitida* y las muestras al transecto 1 con la ausencia de *B. maritima* y *A. nitida* en el grupo 0.1.1.1.

En el segundo nivel de división del grupo 1., se separan muestras del transecto 1 y 2, con la presencia de *B. maritima* en el grupo 1.1. y las muestras del transecto 3 con ausencia de *B. maritima* y en el grupo 1.0..

En el tercer nivel de división del grupo 1.0. se separan las muestras en el grupo 1.0.0. de los tramos 90 al 115 y del 126 al 136, definido por la presencia de *S. subterminalis* y *A. nitida*, mientras que en el grupo 1.0.1. se encuentran las muestras del transecto 3 durante el estiaje de los tramos del 3 al 69 y del 90 al 136 siendo *S. virginica* la especie que caracteriza a este grupo al cuarto nivel de división. En el caso del grupo 1.0.0. se separan muestras del estiaje con la presencia de *C. salina* en el grupo 1.0.0.0. de las muestras de lluvia con ausencia de *C. salina* en el grupo 1.0.0.1. En el grupo 1.0.1., el cuarto nivel de división separa las muestras del tramo 116 al 136 con presencia de *B. maritima*, *A. nitida* y *S. Virginica* en el grupo 1.0.1.0. y las muestras de los tramos del 0 al 69 y 90 al 115 con ausencia de ambas especies en el grupo 1.0.1.1..

El quinto nivel general de análisis ya no es claro en ninguno de los casos por lo que el análisis se dejó para este trabajo en el nivel cuatro de división.

De acuerdo con el análisis anterior, se definen los siguientes grupos de vegetación (ver tabla 4 y figura 10):

1. 0.0.0. - Muestras del tramo del metro 126 al 136 del periodo de lluvias del transecto 1 con presencia de *S. portulacastrum* como especie dominante y *B. maritima*, *S. taxifolia* y *S. paludosus* como vegetación secundaria.
2. 0.0.1. - Muestras del tramo del metro 126 al 136 del periodo de estiaje de los transectos 1 y 2 con presencia de *S. portulacastrum* como especie dominante asociada a *S. taxifolia* y con ejemplares de *B. maritima* y *S. subterminalis* como vegetación secundaria.
3. 0.1.0.0. - Muestras del tramo 116 al 136 del periodo de lluvias del transecto 3 con la presencia de *S. subterminalis*, *S. portulacastrum*, *C. salina* y *S. paludosus* como vegetación dominante.
4. 0.1.0.1. - Muestras del tramo 90 al 136 de lluvias y estiaje de los transectos 1 y 2 con la asociación de *S. subterminalis* y *S. portulacastrum*
5. 0.1.1.0. - Muestras del tramo 70 al 115 de los periodos de estiaje y lluvia del transecto 2, con la presencia de *S. subterminalis* asociada con *B. maritima* como vegetación dominante y con *A. nitida*, *S. portulacastrum* y *S. virginica* como vegetación secundaria.
6. 0.1.1.1. - Muestras del tramo 70 al 115 de los periodos de estiaje y lluvia del transecto 1 con la presencia casi exclusiva de *S. subterminalis* con algún ejemplar de *A. nitida* y *B. maritima*.
7. 1.0.0.0. - Muestras del tramo de 90 a 136 metros del periodo de estiaje del transecto 3 con la asociación entre *B. maritima*, *A. virginica*, *S. subterminalis*, *A. nitida*, y *C. salina*.

8. 1.0.0.1. .- Muestras del tramo del 90 al 136 del período de lluvias del transecto 3 con la asociación entre *S. subterminalis* y *S. virginica* como vegetación principal y con *A. nitida* como vegetación secundaria.
9. 1.0.1.0. .- Muestras del tramo 116 al 136 del período de estiaje del transecto 3 con la presencia de *S. virginica* como vegetación principal y *A. nitida* y *B. maritima* como vegetación secundaria.
10. 1.0.1.1. .- Muestras de los tramos 0 al 69 y del 90 al 115 del periodo de estiaje del transecto 3 con *S. virginica* como única especie establecida aquí.
11. 1.1. .- Es el grupo donde quedan muestras del tramo 70 al 115 de los transectos 1 y 2 en lluvias y estiaje con la presencia exclusiva de *B. maritima*.

Al sobreponer estos grupos sobre los perfiles fitosociológicos y los perfiles simplificados se obtiene la gráfica 18 donde se observa una clara estructura para cada uno de los grupos, donde el grupo 1.1. corresponde a los grupos 0.1.1.0. y/o 0.1.1.1., donde podría clasificarse, y que el grupo 0.1.0.0. es el análogo en lluvias del grupo 1.0.1.0. del estiaje quedando así 10 grupos estructurales de vegetación; al sustituir la estructura vegetal de estos grupos se descubren 5 zonas que de acuerdo a su distancia al cuerpo de agua y a su altitud respecto del mismo, pueden clasificarse de la forma siguiente:

- o Zona baja del metro 1 al 69; en esta zona sólo se encuentra *S. virginica* en el transecto 3 durante el período de estiaje, estando desnudo de vegetación durante las lluvias, así como en los transectos 1 y 2 en ambos períodos.
- o Zona media baja comprende del metro 70 al 89; en esta zona se encuentran dominando las especies *S. subterminalis* y *B. maritima*, ambas en posible asociación en los transectos 1 y 2 en ambos períodos y la especie *S. virginica* en el transecto 3 en el estiaje, debe mencionarse que el suelo de esta zona en el

transecto 3 está desnudo, quizás porque la humedad es mayor que en los transectos 1 y 2, dado que su altitud es menor que los otros 2. En esta zona se encuentran algunas plántulas y renuevos de *A. nitida* en los transectos 1 y 2.

- o La zona media alta comprende del metro 90 al 115. Podría llamársele zona de transición, pues en ella se encuentran mezcladas las especies y sus posibles asociaciones de las zonas media baja y alta. La dominancia de especies es de *S. subterminalis*, asociándose con *B. maritima* o *S. portulacastrum* alternadamente en los transectos 1 y 2 en ambos periodos. Para el transecto 3, la dominancia está establecida para ambos periodos por *S. virginica* y *S. subterminalis*, aún cuando en el estiaje aparecen también *A. nitida*, *B. maritima* y *C. salina*.
- o Zona alta está comprendida en el transecto 1 del metro 116 al 125 y en los transectos 2 y 3 del metro 116 al 136. En los transectos 1 y 2 se caracteriza por la dominancia de *S. subterminalis* y *S. portulacastrum* en posible asociación de *S. virginica* y *S. subterminalis* como vegetación base, y dominancia alternativa de *S. portulacastrum*, *S. paludosus* y *C. salina* durante las lluvias y de *A. nitida*, *B. maritima* y *C. salina* durante el estiaje.
- o Zona del borde, comprendida del metro 126 al 136 solo se manifiesta en el transecto 1 y en ambos periodos con un cambio estructural de la vegetación, la especie dominante en esta zona y durante las lluvias es *S. portulacastrum* y se asocia con *S. taxifolia* en el estiaje.

La estructura vegetacional secundaria está definida por *A. nitida* en la zona media del transecto 1 en ambos periodos; *B. maritima*, *S. taxifolia* y *S. paludosus* en la zona del borde del transecto 1 durante las lluvias y durante el estiaje, *B. maritima* y *S. subterminalis*. En esta zona media para el transecto 2 aparecen *A. nitida*, *S. portulacastrum* y *S. virginica*.

Del análisis de ordenación se presenta la distribución en el espacio y tiempo de las muestras de vegetación de los tres transectos en los periodos ambientales del muestreo (lámina 1, Anexo IV) y en ella se sobreponen en láminas, las características descriptoras de las diversas especies encontradas en campo.

En la lámina 2 (Anexo IV) se representan los tres transectos, apreciándose así 4 grupos generales, a lo largo del eje x. En el grupo lateral izquierdo se distribuyen y separan las muestras del transecto 3 básicamente, lo que concuerda con el análisis de clasificación; el grupo central izquierdo corresponde principalmente a las muestras del transecto 2; el grupo central derecho está determinado por las muestras del transecto 3 periodo de lluvias y en menor grado del transecto 2 y el grupo lateral derecho corresponde a las muestras del transecto 1.

La lámina 3 (Anexo IV) corresponde a los periodos de lluvia y estiaje del transecto 3, donde se aprecia una distribución clara sobre el eje y entre las muestras del estiaje, grupo superior y las de lluvias, grupo inferior. Para los transectos 1 y 2 no se observa un comportamiento definido entre los periodos estacionales por lo que son omitidas sus láminas.

En la lámina 4 (Anexo IV) se presentan las distancias respecto al cuerpo de la laguna del transecto 1, donde se aprecian claramente 3 grupos que corresponden en forma general a las zonas determinadas a través de TWINSpan: grupo de la zona media baja, grupo de la zona media alta y el grupo de la zona del bordo.

En el transecto 2 (lámina 5, Anexo IV) se observan igualmente bien definidas las zonas media alta, la zona alta y la zona del bordo, mientras que en la lámina 6 correspondiente al transecto 3 se observa un grupo que incluye la zona baja, la zona media alta y alta, el grupo de la zona media alta y el grupo de la zona alta y del bordo. Aún cuando se aprecian algunas diferencias en los grupos obtenidos entre TWINSpan y DECORANA respecto a la distancia a la laguna, en forma general es similar la estructura o distribución de las muestras de los tres transectos.

La lámina 7 (Anexo IV) donde se representan las especies vegetales, muestran, de igual forma que en la lámina 1, 4 grupos que aparentemente podrían ser divisiones de 2 grupos mayores. En el grupo 1 se encuentran *S. virginica* y *A. nitida*, como especies dominantes en el subgrupo superior (1A) además se presenta *B. maritima* y *C. salina*, mientras que en el inferior están ausentes y en cambio, se presenta *S. subterminalis*; En el grupo 2 se encuentra la mayor mezcla de especies, con *S. subterminalis*, *S. portulacastrum* y *S. virginica* como especies dominantes, además de la presencia de *S. paludosus* y *C. salina* en el subgrupo superior (2A) estando ausentes en el inferior (2B); mientras que en éste se presentan como especies dominantes *S. portulacastrum* y *S. taxifolia*, con la presencia de *B. maritima* y *S. paludosus* en el subgrupo superior, y *S. subterminalis* en el subgrupo inferior.

La lámina 8 (Anexo IV) no muestra alguna estructura clara en forma individual, pero en conjunto, muestran un comportamiento definido entre las especies *B. maritima*, grupo superior, y *S. subterminalis*, grupo inferior, este comportamiento da la idea de sustitución gradual de una a otra, formando un ecotono, (grupo central).

En la lámina 9 (Anexo IV) se presentan las especies *A. nitida* y *S. taxifolia*, *A. nitida* se establece en los transectos 2 y 3 y *S. taxifolia* en el transecto 1 dando la idea de una asociación, negativa.

Las especies *S. virginica* y *S. portulacastrum*, Lámina 10 (Anexo IV), presentan un comportamiento similar al de *A. nitida* y *S. taxifolia*; sin embargo, en este caso, las especies no son excluyentes, apreciándose una sustitución gradual de las especies desde el transecto 1 al 3 o viceversa, siendo precisamente el transecto 2 el lugar del ecotono.

*S. paludosus* y *C. salina* tienen comportamientos más específicos; *C. salina* aparece básicamente en el transecto 3, sobre *A. nitida* en época de estiaje o sobre una composición entre *S. subterminalis*, *S. portulacastrum* y *S. paludosus* durante las

lluvias, mientras que *S. paludosus* solo se encuentra en época de lluvias en los transectos 1 y 3 asociado estrechamente con *S. portulacastrum.*, en la lámina 11 (Anexo IV).

Las láminas 12 y 13 (Anexo IV) muestran más claramente el comportamiento entre las especies representadas de la lámina 8, a la 11. En la lámina 12 se observa una estrecha relación entre *A. nitida* y *S. virginica*, las cuales solo crecen en los transectos 3 y 2, y en este último son menos abundantes. *C. salina* se desarrolla casi exclusivamente sobre *A. nitida*, dado que *C. salina* es una especie parásita, prefiere los árboles de *A. nitida* que los arbustos de *Salicornia*, excepto durante las lluvias en que se le ve sobre *S. subterminalis*; mientras que en la lámina 13 se observa que *S. taxifolia* se asocia con *S. portulacastrum* en la zona del bordo del transecto 1, mientras que es *S. paludosus* la que se asocia con *S. portulacastrum* en el transecto 3 en las lluvias.

## CONCLUSIONES

El porcentaje de humedad es inversamente proporcional a la distancia respecto al cuerpo de agua y con el gradiente en la elevación o pendiente del terreno.

El pH es constante con un valor promedio de 7.5 unidades potenciométricas, por lo que la reacción del suelo se considera ligeramente alcalina, sin embargo existe un comportamiento gradual proporcional a la pendiente o la distancia al cuerpo de agua, por lo que no debe descartarse totalmente de ser uno de los parámetros responsables de la distribución de las especies en estos sistemas.

La conductividad eléctrica promedio es mucho mayor a 2,000  $\mu$ siemens/cm. , por lo que se define al suelo como salino.

El porcentaje de materia orgánica es mayor a 3%, característico de un suelo mineral normal, pero no alcanza al 20% que corresponde a un suelo orgánico, por tanto debe considerarse a éste como un suelo mineral rico en materia orgánica.

La textura en general está determinada por porcentajes medios y altos de arena o limo, y proporciones bajas de arcilla, lo que define al suelo entre un migajón arenoso y un migajón limoso.

El color del suelo corresponde en general a la tabla 5Y/R de Munsell, definiéndolo como un color pardo rojizo. Las variaciones existentes entre las distintas muestras varían en cuanto a matiz y brillo únicamente.

La densidad real o de partículas es mayor a 2.5 g/ml definiendo al suelo como un suelo mineral típico. En varios perfiles edáficos, la densidad real llega a ser incluso superior a 2.78 mg/l lo que indica la posible presencia de uno o más de los minerales como magnetita, zirconio, turmalina u homblenda.

La concentración de fósforo tanto total como extractable o asimilable es muy elevada y mucho mayor a los demás minerales analizados; esto puede deberse a la cercanía que existe entre el sistema de marismas y los campos de cultivo, donde se aplican periódicamente fertilizantes y pesticidas probablemente enriquecidos con fosfatos, así como los provenientes de los canales agrícolas y de la laguna.

Las técnicas para la extracción y análisis de nitrógeno, al ser muy finas y sensibles probablemente presentaron interferencia en la determinación del mismo, en especial del nitrógeno extractable, posiblemente por la presencia y alta concentración del calcio y sodio.

La concentración de sodio total y extractable es generalmente mayor a las de calcio respectivas, por lo que se puede esperar que el suelo corresponda a un suelo sódico, lo cual podría obtenerse mediante el análisis de la Razón de Absorción de Sodio (RAS).

La mayoría de los parámetros presentan en forma general un cambio gradual en mayor o menor grado, el cual es inverso en algunos casos y directamente proporcional en otros, a la pendiente del terreno, o a la distancia respecto al cuerpo de agua de la laguna del Chiricahueto, presentando así mismo resultados que se salen de las tendencias en aquellos sitios donde se encontraron costras de sal, depósitos de material orgánico independientemente de su origen, composición o grado de descomposición, u otros elementos de origen natural o antropogénico que altera la composición física y química del suelo.

Las especies *S. virginica*, *S. subterminalis*, *B. maritima* y en menor grado *S. portulacastrum* se desarrollan, florecen y fructifican en las inmediaciones de la laguna, donde las condiciones físicas y químicas parecen ser más agresivas en cuanto a salinidad, periodos de inundación o porcentaje de humedad entre otros, por lo que se les puede considerar especies pioneras mejoradoras del suelo y amortiguadoras de las

condiciones físicas y químicas del litoral a tierra firme, permitiendo con ello mediante sustitución, el establecimiento de *A. nitida*, *C. salina*, *S. paludosus* y *S. taxifolia*.

Las especies *B. maritima* y *S. subterminalis* se desarrollan a todo lo largo de los transectos donde se establece la vegetación; las especies *A. nitida*, *C. salina*, *S. portulacastrum* y *S. paludosus* se desarrollan en la parte media a alta del terreno hasta la base del bordo; la especie *S. virginica* se establece desde los límites de la laguna hasta la base del bordo; mientras que *S. taxifolia* sólo se establece en el bordo desde su base.

Las especies *B. maritima*, *S. virginica* y *C. salina* solo se encontraron en floración y fructificación a finales del estiaje, quizás como una estrategia de dispersión al liberar sus estructuras de reproducción con la creciente de marea, la cual dispersa a lo largo y ancho de las marismas la simiente, inclusive llevándolas a otras áreas donde estas especies pudieran colonizar.

Las especies *S. taxifolia* y *S. paludosus* sólo florecen y fructifican a finales de lluvias, período en que el ambiente es menos agresivo como resultado de una menor concentración de las sales disueltas del suelo. La estrategia en este caso sería la de producir estructuras de resistencia a las condiciones secas.

Las especies *S. subterminalis*, *S. portulacastrum* y *A. nitida* florecen y fructifican en ambos períodos estacionales utilizando para la propagación de sus especies, la dispersión de sus semillas y la colonización de otras áreas, mediante las estrategias antes expuestas.

La tolerancia a la concentración de sales por parte de las especies, considerando que en ningún caso la conductividad eléctrica fue menor de 2,000  $\mu$ siemens/cm., es en forma decreciente como sigue: *S. virginica*, *S. subterminalis*, *S. paludosus*, *B. maritima*, *A. nitida*, *C. salina*, *S. portulacastrum* y *S. taxifolia*.

Las condiciones de conductividad eléctrica para la producción de las estructuras reproductivas en orden descendente son: *A. nitida* con los requerimientos más altos, *S. virginica*, *S. paludosus* y *B. maritima*; *S. subterminalis* con requerimientos de conductividad eléctrica de media a alta y *S. portulacastrum* y *S. taxifolia* con las conductividades más bajas.

Las especies que presentan estructuras reproductivas bajo concentraciones altas de los nutrientes N, P, K, Ca y Na, son, en orden descendente: *A. nitida*, *S. taxifolia*, *S. virginica*, *B. maritima*, *C. salina*, *S. paludosus* y *S. portulacastrum*. *S. subterminalis* se reproduce bajo cualquiera de las concentraciones de estos elementos.

Todas las especies exceptuando a *S. subterminalis*, se presentan en estado de reproducción bajo concentraciones altas de sodio extractable o asimilable. Bajo esta consideración, se podría pensar que concentraciones medias a bajas pudieran ser limitantes para completar su ciclo.

Las especies *B. maritima*, *S. portulacastrum*, *S. virginica*, y *S. paludosus* se reproducen bajo concentraciones altas de fósforo; *S. taxifolia*, *A. nitida* y *C. salina* de concentraciones medias, mientras que *S. subterminalis* se reproduce bajo concentraciones de fósforo medias a altas. Igualmente, pudiera considerarse que concentraciones medias y sobre todo bajas son limitantes para el primer grupo y las concentraciones altas y bajas para el segundo.

En cuanto al potasio asimilable, las especies *B. maritima*, *S. taxifolia*, *S. virginica*, *A. nitida* y *C. salina* desarrollan sus estructuras reproductivas en concentraciones altas, mientras que *S. portulacastrum* y *S. paludosus* lo hacen en concentraciones bajas, por lo que las concentraciones medias se pudieran considerar limitantes de ambos grupos. *S. subterminalis* se reproduce bajo cualquier concentración.

Las especies *S. taxifolia* y *A. nitida* se desarrollan bajo concentraciones altas de calcio, por lo que podría decirse que concentraciones medias a bajas son limitantes para estas especies; *por otro lado*, *G. salina* y *S. paludosus* crecen en concentraciones medias, por lo que las concentraciones altas y bajas, pudieran ser limitantes para estas; las especies *B. maritima*, *S. portulacastrum* y *S. virginica* se encuentran en concentraciones bajas, de manera que las concentraciones medias y altas serian limitantes para estas, mientras que *S. subterminalis* se reproduce bajo cualquier concentración.

De repetirse este patrón en otros periodos y localidades, se pudiera proponer las siguientes hipótesis:

- 1.- Las especies *S. virginica*, *A. nitida*, *B. maritima* y *S. paludosus* son especies más que halófitas tolerantes, especies halófitas obligadas.
- 2.- Las especies *S. portulacastrum*, *C. salina* y *S. taxifolia* son meramente halófitas tolerantes y
- 3.- La especie *S. subterminalis* es halófito facultativa.

Sin embargo, para poder demostrar esto es necesario realizar una investigación más profunda en cuanto a los requerimientos de las sales minerales para estas especies, variando la concentración de sales como cloruro de sodio en ejemplares de las mismas especies cultivadas bajo condiciones de laboratorio.

El suelo de las marismas de la laguna del Chiricahueto se define entonces de acuerdo a sus características, de la siguiente forma:

Suelos semiáridos minerales, pardo rojizo, sódico - salinos y ricos en materia orgánica, cuya composición textural corresponde entre migajón limoso y migajón arenoso, con posible presencia de minerales como magnetita, tumalina, zirconio u

hombranda, expuestos a flujos de rápidas y fuertes mareas estacionales (o quizás mensuales) provenientes de la laguna del Chiricahueto.

La vegetación de las marismas de la laguna del Chiricahueto está caracterizada por el establecimiento de las especies *B. maritima*, *S. subterminalis*, *S. portulacastrum*, y *S. taxifolia*, a las que se pueden asociar en mayor o menor término, las especies *S. virginica*, *A. nitida*, *S. paludosus* y *C. salina*.

Se observa una clara zonificación en el establecimiento de las especies que responde a cambios de las características físicas y químicas del suelo, en función del gradiente altitudinal o de la distancia al cuerpo de agua, siendo la conductividad eléctrica, textura y las concentraciones de sodio, fósforo y potasio, los elementos de mayor influencia en el establecimiento y distribución de las especies, seguidas de las concentraciones de calcio y materia orgánica, porcentajes de humedad y porosidad y densidades real y aparente y en tercer grado, la textura y el pH.

De igual forma, se aprecia una composición vegetal diferente entre las áreas correspondientes a los transectos 1 y 3, pudiendo ser el área del transecto 2 una zona de transición o ecotono entre las otras dos. De aceptarse esta hipótesis, la cual estaría reforzada por varios de los elementos discutidos en este estudio, se debería pensar así mismo que en las marismas de la Laguna del Chiricahueto existe otro gradiente altitudinal que iría a lo largo de la línea de costa de la propia laguna que es perpendicular a la línea de costa marina, siendo el área del transecto 3 la más baja y sujeta a mayores fluctuaciones estacionales y de mayores cambios de los parámetros físicos y químicos del suelo y agua, mientras que en la zona del transecto 1 al ser la más alta, éstos serían más estables.

## RECOMENDACIONES PARA ESTUDIOS POSTERIORES

Diseñar y desarrollar un programa de muestreo edáfico y fitosociológico intensivo y extensivo que permita seguir los cambios físicos y químicos del suelo, el comportamiento y composición vegetal, las relaciones inter e intraespecíficas, así como las relaciones suelo/vegetación/clima, en función del relieve, altitud y latitud, así como del tiempo estacional, programando muestreos al menos una vez al mes.

Determinar la concentración de minerales tales como boro, aluminio, manganeso, magnesio, fierro, zinc y cloro, los cuales de acuerdo a la literatura son fundamentales para la comprensión de las asociaciones suelo - planta en los suelos áridos.

Determinar la forma química y concentración de las sales minerales solubles o asimilables, tanto en solución como adsorbidos en las partículas coloidales presentes en el suelo, para relacionarlo con las concentraciones de los minerales en sus formas iónicas y determinar deficiencias de nutrientes en el suelo, por fenómenos mecánicos, físicos o químicos, así como riesgos de toxicidad en las plantas.

Establecer posibles asociaciones positivas o negativas entre las características edáficas, entre especies vegetales (inter e intraespecíficas) así como suelo - planta a través de modelos matemáticos de correlación múltiple y de análisis estadístico multivariado.

Determinar el pH de la solución extractable de las muestras de suelo tal y como se encuentren en campo, para determinar los posibles cambios en la composición química de la misma y comparar las diferencias de pH respecto a la solución en pasta de saturación.

Establecer y desarrollar un diseño experimental para determinar el impacto al suelo así como el desarrollo de especies halófitas típicas de los géneros *Batis*, *Salicornia*, *S. portulacastrum*, etc., si son halófitas obligadas, facultativas o tolerantes, controlando como variables a la textura, % materia orgánica, pH, tipo de arcilla, y variando la concentración individual o en grupo de sales como cloruros, sulfatos carbonatos y bicarbonatos de Na, K, Ca y Mg.

Establecer y desarrollar un diseño experimental para determinar el impacto al suelo así como del desarrollo de especies halófitas potenciales para manejo agrícola y /o ganadera, mediante el riego de suelos minerales salinos con aguas salobres naturales o producto de plantas de tratamiento de agua residual, las cuales pueden considerarse salobres debido a la concentración de minerales y conductividad eléctrica mayor de 2,000  $\mu$ siemens/cm.

Determinar la calidad FQB del agua de la laguna del Chiricahueto para conocer el grado de contaminación de la misma.

Determinar la calidad FQB del suelo de marismas de la Laguna del Chiricahueto, así como del agua de los canales agrícolas que atraviesan y rodean a las marismas, para conocer el grado de contaminación de las mismas y su impacto sobre el suelo de las marismas.

Realizar muestreos mensuales a lo largo del año, para observar los cambios graduales del suelo en función de los periodos climáticos.

Así mismo, se considera sumamente importante desarrollar y dirigir proyectos de investigación respecto al papel ecológico que juegan las marismas como hábitat o nichos de la fauna silvestre, y en especial de las aves acuáticas migratorias y residentes, bajo objetivos de protección, conservación y de manejo sustentable de los recursos naturales de las mismas.

## BIBLIOGRAFIA

1. Adams D. 1963, FACTORS INFLUENCING VASCULAR PLANT ZONATION IN NORTH CAROLINA SALT MARSHES, *Ecology*, Vol. 44.
2. Allen E.S. et al, 1974, *ECOLOGICAL MATERIALS*, Ed John Wiles and sons, New York.
3. Aurand D. y Daiber F.C., 1973, NITRATE AND NITRITE IN THE SURFACE WATERS OF TWO DELAWARE SALT MARSHES, *Chesapeake Science*, Vol. 14 No. 2 pp. 105-111.
4. Brady, N. C. 1974. *THE NATURE AND PROPERTIES OF SOILS*. Macmillan Publishing Co. New York. 639 pp.
5. Buckman H y Brady N., 1977, *NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LOS SUELOS*, Mantener y Simon, S.A. editores, 2da reimpression, España.
6. Chapman V.J., 1938, STUDIES IN SALT MARSH ECOLOGY, SECTIONS I TO III, *Journal of Ecology* XXVI pp. 144-179.
7. Chapman V.J., 1939, STUDIES IN SALT MARSH ECOLOGY, SECTIONS IV AND V, *Journal of Ecology* XXVII pp. 160-201.
8. Corre J.J. 1985. ENVIRONMENTAL ESTRUCTURES AND VARIATION IN COASTAL VEGETATION OF THE GOLFE DU LION (FRANCE). *Vegetatio* Vol 61 pp 15 -22.
9. Dalby D.H. 1985. SALT MARSHES VEGETATION IN THE SHETLAND ISLANDS. *Vegetatio* Vol 61 pp 45-54.
10. Dregne, H.E., 1976, *SOILS OF ARID REGIONS*. Elsevier, Scientific Publishing Company, Netherlands.

11. Everest J.W. y Davis D.E., 1979, STUDIES OF PHOSPHORUS MOVEMENT USING SALT MARSH MICROECOSYSTEMS, J. Environ. Qual Vol. 8 No. 4: 165- 468.
12. Exequiel E. et Valdemar , 1986. RAINFALL PATTERNS IN THE GRAN DESIERTO, SONORA, MEXICO. Journal of Arid Environmental. 10- 13 pp.
13. Ferrari C., Gerdol R., Piccoli F. 1985. THE HALOPHYLUS VEGETATION OF THE PO DELTA (NORTHERN ITALY), Vegetatio Vol 61 pp 5 -14.
14. Gray A.J. and R. Scott. 1967. THE ECOLOGY OF MORECAMBE BAY VII THE DISTRIBUTION OF PUCCINELIA MARITIMA, FESTUCA RUBRA AND AGROSTIS STOLONIFERA IN THE SALT MARSHES. J. Appl. Ecol. Vol. 14 pp 229-241.
15. Greenberg, A.E. et all. 1989. STANDARD METHODS, American Public Health Association Chairman Washington D.C..
16. Haynes R.J. y Goh K.M., 1978, AMMONIUM AND NITRATE NUTRITION OF PLANTS, Biology Review 53: 465- 510.
17. Hill, M. O., 1979. DECORANA, A FORTRAN PROGRAM FOR DETRENDEND CORRESPONDENCE ANALYSIS AN RECIPROCAL AVERAGIN, Comel University Ithaca, N.Y..
18. Hill, M. O., 1979. TWINSPLAN, A FORTRAN PROGRAM FOR ARRANGING MULTIVARIATE DATA IN AN ORDERED TWO-WAY TABLE BY CLASSIFICATION OF DE INDIVIDUALS AND ATTRIBUTES, Comel University Ithaca, N.Y..
19. Jennings, D.H., 1968, HALOPHYTES, SUCCULENCE AND SODIUM IN PLANTS - A UNIFIED THEORY, New Phytology No. 67: 899-911.

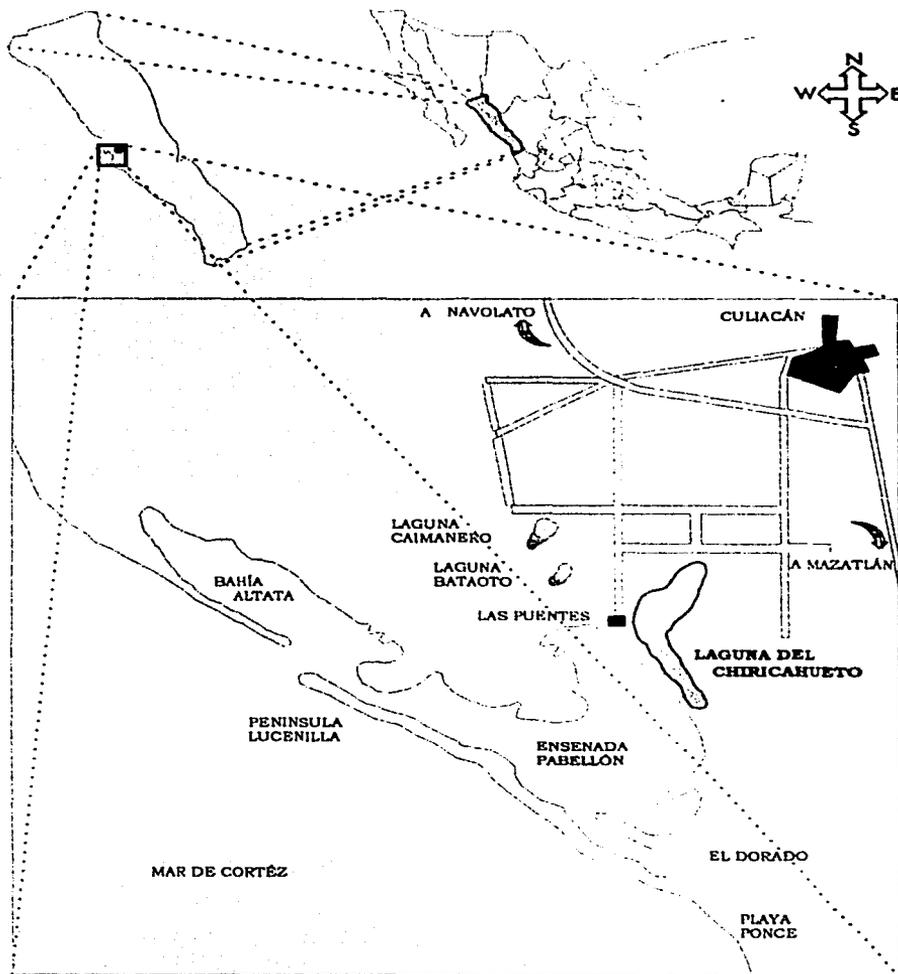
20. Lindberg, S.E. and R. Harris, 1973. MECHANISMS CONTROLLING PORE WATER SALINITIES IN SALT MARSH. Department of Oceanography, Florida State, University.
21. Mahall B.E and R.B. Park. 1975. THE ECOTONE BETWEEN "SPARTINA FOLIOSA" TRIN AND "SALICORNIA VIRGINICA" L. IN SALT MARSH OF NORTHERN SAN FRANCISCO BAY. Journal of Ecology Vol. 64 pp 793 -809.
22. Nestler, J. 1977. INTERSTITIAL SALINITY AS A CAUSE OF ECOPHENIC VARIATION IN "SPARTINA ALTERNIFLORA". ESTUARINE AND COASTAL MARINE Science Vol 5 pp 707-714.
23. Odum E.P., 1969, THE STRATEGY OF ECOSYSTEM DEVELOPMENT, Science Vol. 18:262 -270.
24. Ortiz V.B. y Ortiz Solorio C.A., 1984, EDAFOLOGÍA, Universidad Autónoma de Chapingo, 4 ed, México.
25. Pate J. S. 1980, TRANSPORT AND PARTITIONING OF NITROGENOUS SOLUTES, Plant Physiology 31: 313 - 340.
26. Pomeroy L.R., Smith, E.E. y Carol M. Grant, 1975, THE EXCHANGE OF PHOSPHATE BETWEEN ESTUARINE WATER AND SEDIMENTS, Limnology and Oceanography Vol. X No. 2: 167-172.
27. Rending V.V., 1951, FRACTIONATION OF SOIL NITROGEN AND FACTORS AFFECTING DISTRIBUTION, Soil Science Vol. 11 : 253 - 267.
28. Sánchez, S.C. and J.L. Omelas de Anda. 1991. MULTIVAR, UN PAQUETE DE PROGRAMAS PARA ANÁLISIS MULTIVARIADOS APLICADOS A LA ECOLOGÍA. Laboratorio de Ecología Vegetal, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN.

29. Smart M. and John W. Barko. 1978. INFLUENCE OF SEDIMENTARY SALINITY AND NUTRIENTS ON THE PHYSIOLOGICAL ECOLOGY OF SELECTED SALT MARSH ESTUARINE AND COSTAL MARINE, *Science* 7, 487 -495 pp.
30. Vevele O. 1985. THE SALT MARSH VEGETATION AT VINJEKILEN, BAMBLE SE NORWAY, WITH SPECIAL REFERENCE TO THE "PUCCINELLIETUM MARITIMAE". *Vegetatio* Vol 61 pp 55-63.
31. Weiss, T.E., White D.A y Thien L. B., 1979, SEASONAL DYNAMICS OF SALT MARSH PLANT ASSOCIATIONS IN LOUISIANA, *Contributions in Marine Science*, Vol. 22, 41-52.
32. Zedler J.B. 1977. SALT MARSH COMMUNITY STRUCTURE IN THE TIJUANA ESTUARY, CALIFORNIA, *ESTUARINE AND COASTAL MARINE Science* Vol. 5 pp 39 -53.
33. Zedler J.B. 1985. VEGETACIÓN DE LA MARISMA, EJEMPLOS DEL ESTUARIO DEL RIO TIJUANA, CALIFORNIA, Sea Grant College Program; Institute of Marine Resource, Universidad de California, La Joya.

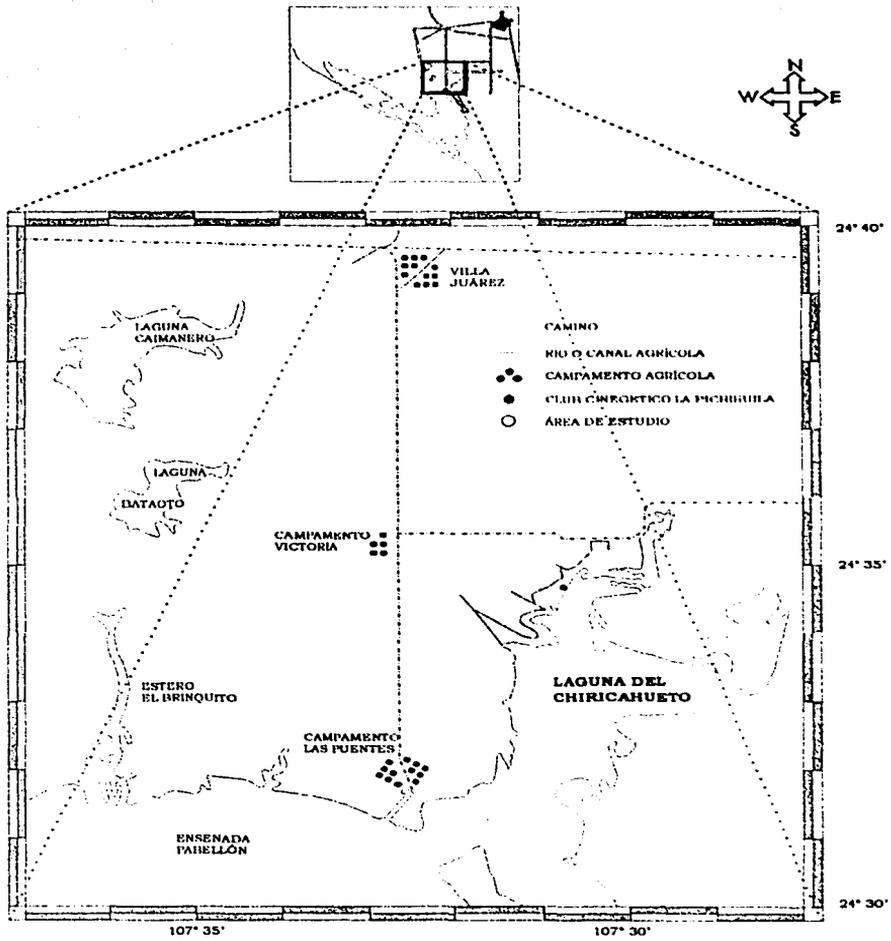
# ANEXO I

## FIGURAS

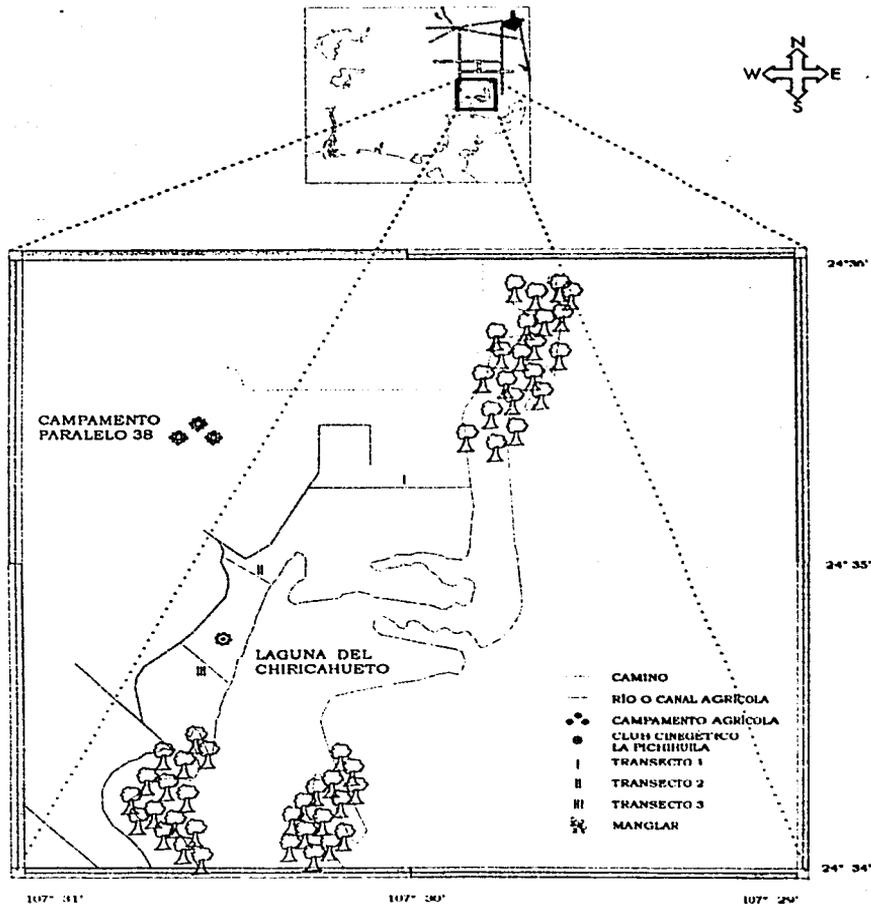
**FIGURA 1**  
**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN**  
**LAGUNA DE CHIRICAHUETO**



**FIGURA 2**  
**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN**  
**ÁREA DE ESTUDIO**



**FIGURA 3**  
**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN**  
**DE LOS TRANSECTOS**

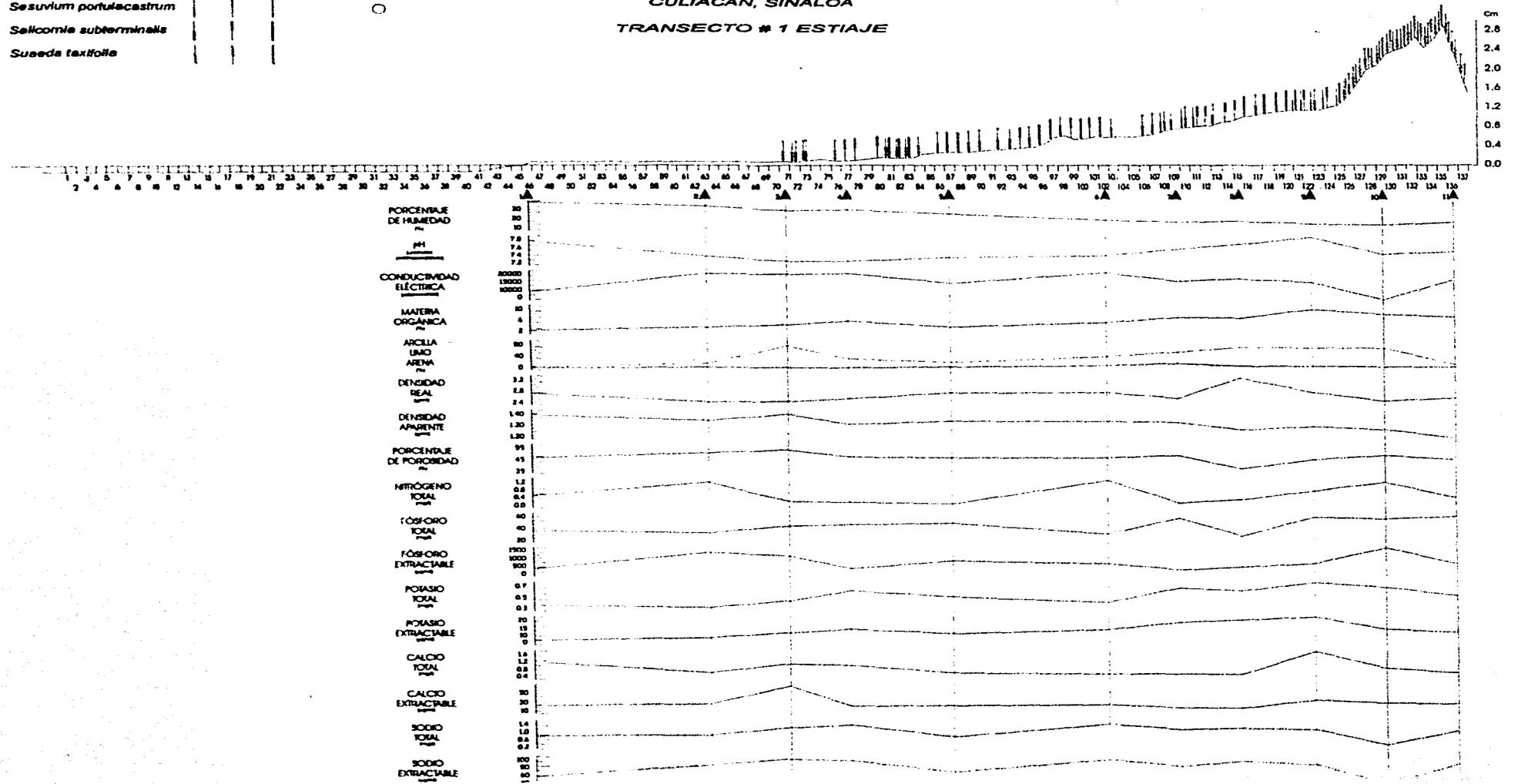


ESPECIE	COBERTURA		
	33%	86%	98%
<i>Batis maritima</i>			
<i>Sesuvium portulacastrum</i>			
<i>Salicornia subterminalis</i>			
<i>Suaeda taxifolia</i>			

FLORACIÓN  
☆

FRUCTIFICACIÓN  
○

FIGURA 4  
MARISMAS DE LA LAGUNA DEL CHIRICAHUETO  
CULIACÁN, SINALOA  
TRANSECTO # 1 ESTIAJE

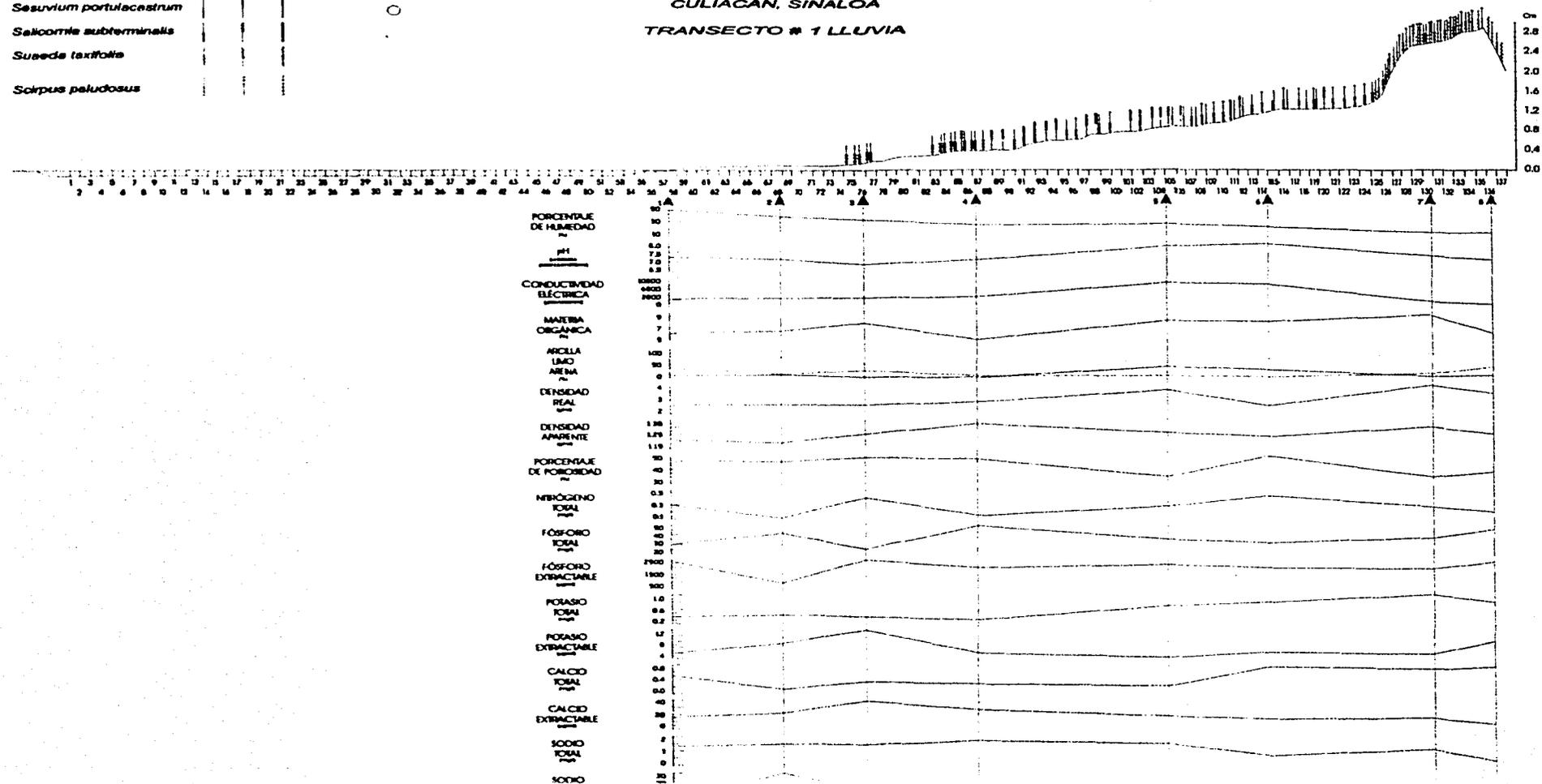


ESPECIE	COBERTURA			FLORACIÓN
	33%	66%	99%	
<i>Batis maritima</i>				☆
<i>Sesuvium portulacastrum</i>				○
<i>Salicornia subterminalis</i>				
<i>Suaeda taxifolia</i>				
<i>Scirpus peludosus</i>				

FIGURA 5

MARISMAS DE LA LAGUNA DEL CHIRICAHUETO  
CULIACÁN, SINALOA

TRANSECTO # 1 LLUVIA



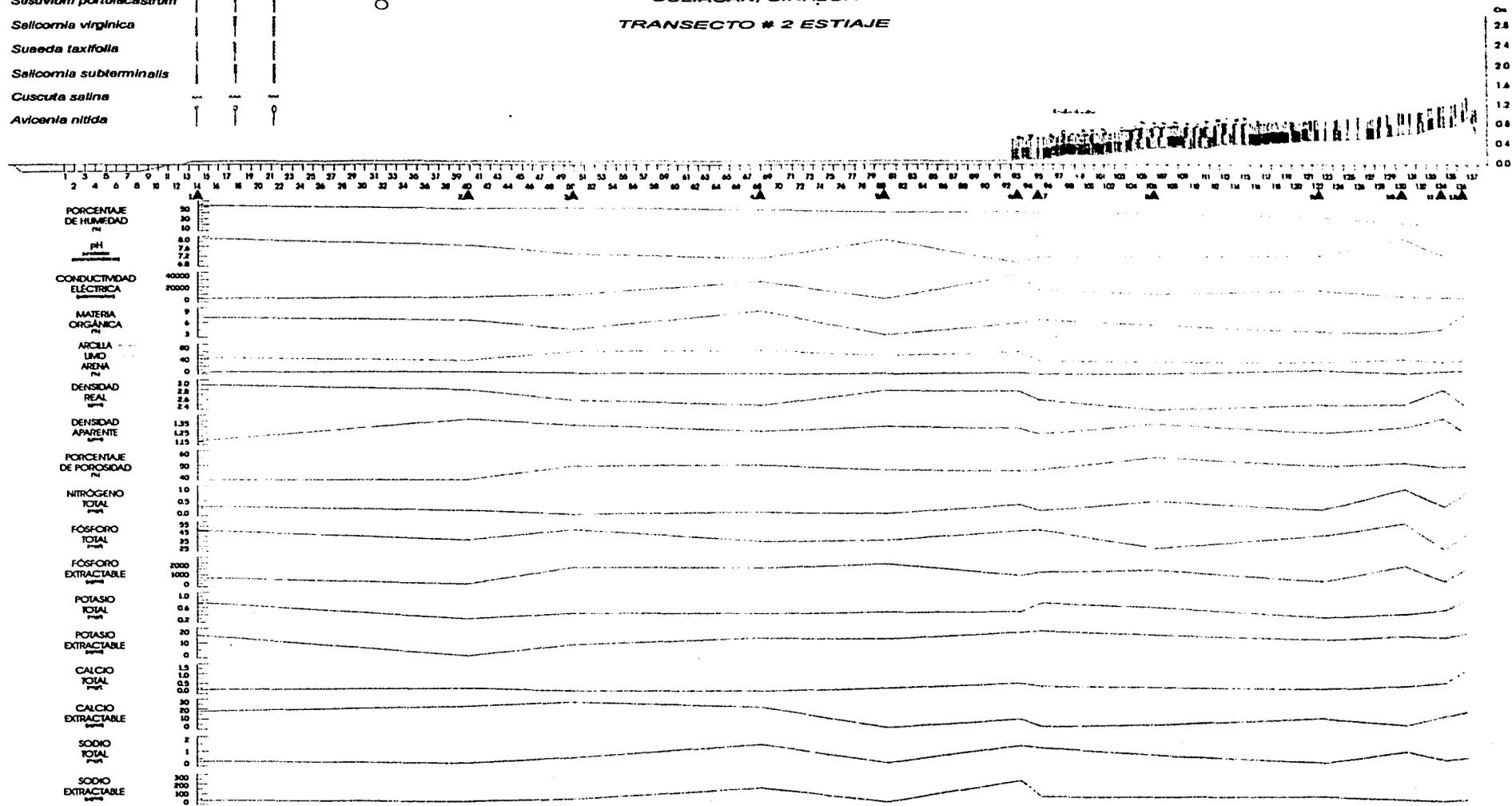
ESPECIE	COBERTURA		
	33%	66%	99%
<i>Batis maritima</i>	---	---	---
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	---	---	---
<i>Salicornia virginica</i>	---	---	---
<i>Suaeda taxifolia</i>	---	---	---
<i>Salicornia subterminalis</i>	---	---	---
<i>Cuscuta salina</i>	---	---	---
<i>Avicennia nitida</i>	---	---	---

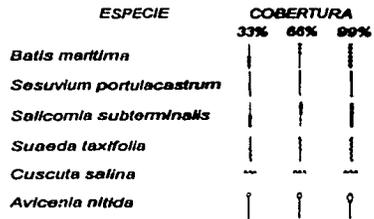
FLORACIÓN  
☆  
FRUCTIFICACIÓN  
○

FIGURA 6

MARISMAS DE LA LAGUNA DEL CHIRICAHUETO  
CULIACÁN, SINALOA

TRANSECTO # 2 ESTIAJE

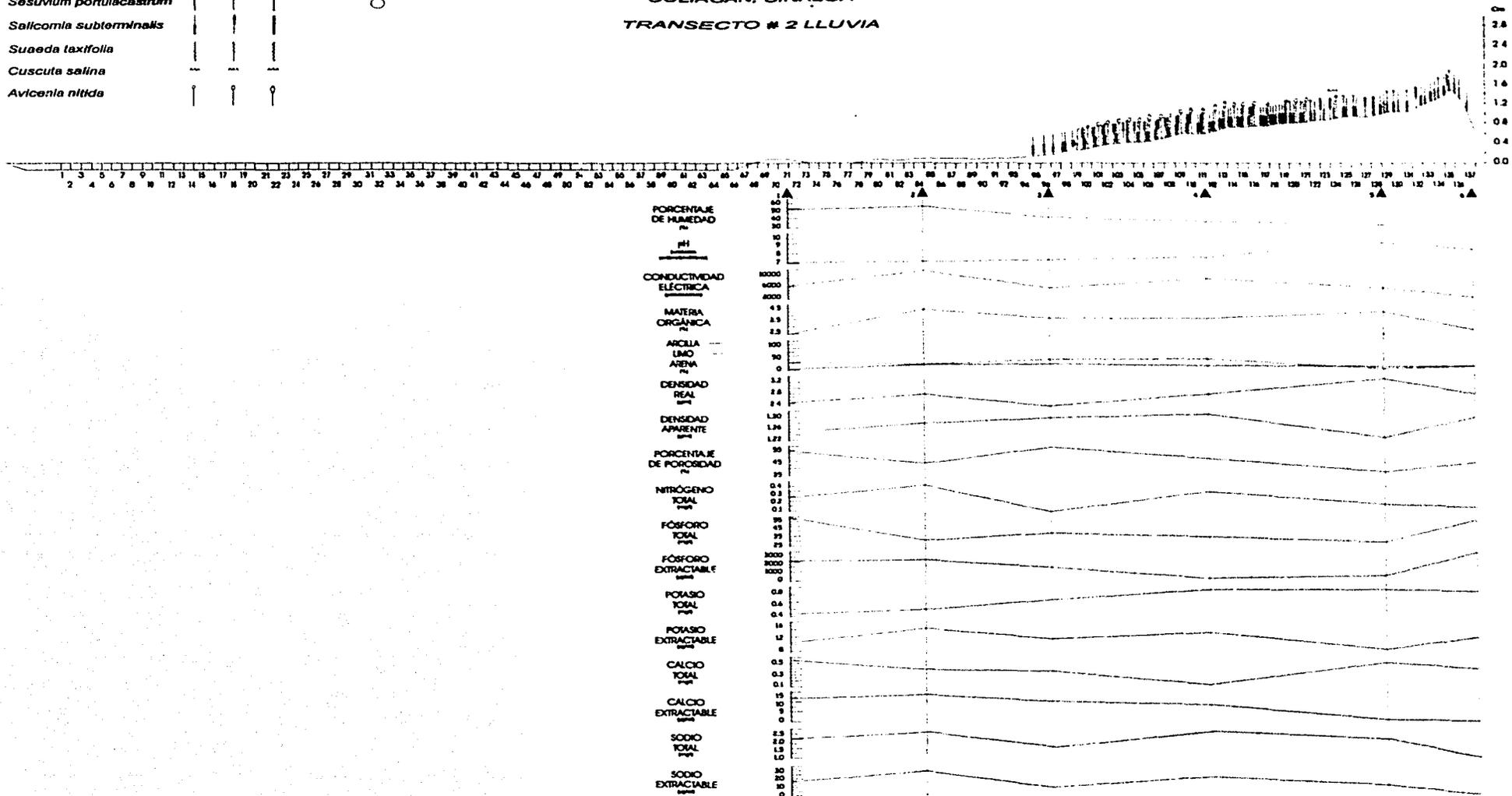




FLORACIÓN  
☆  
FRUCTIFICACIÓN  
○

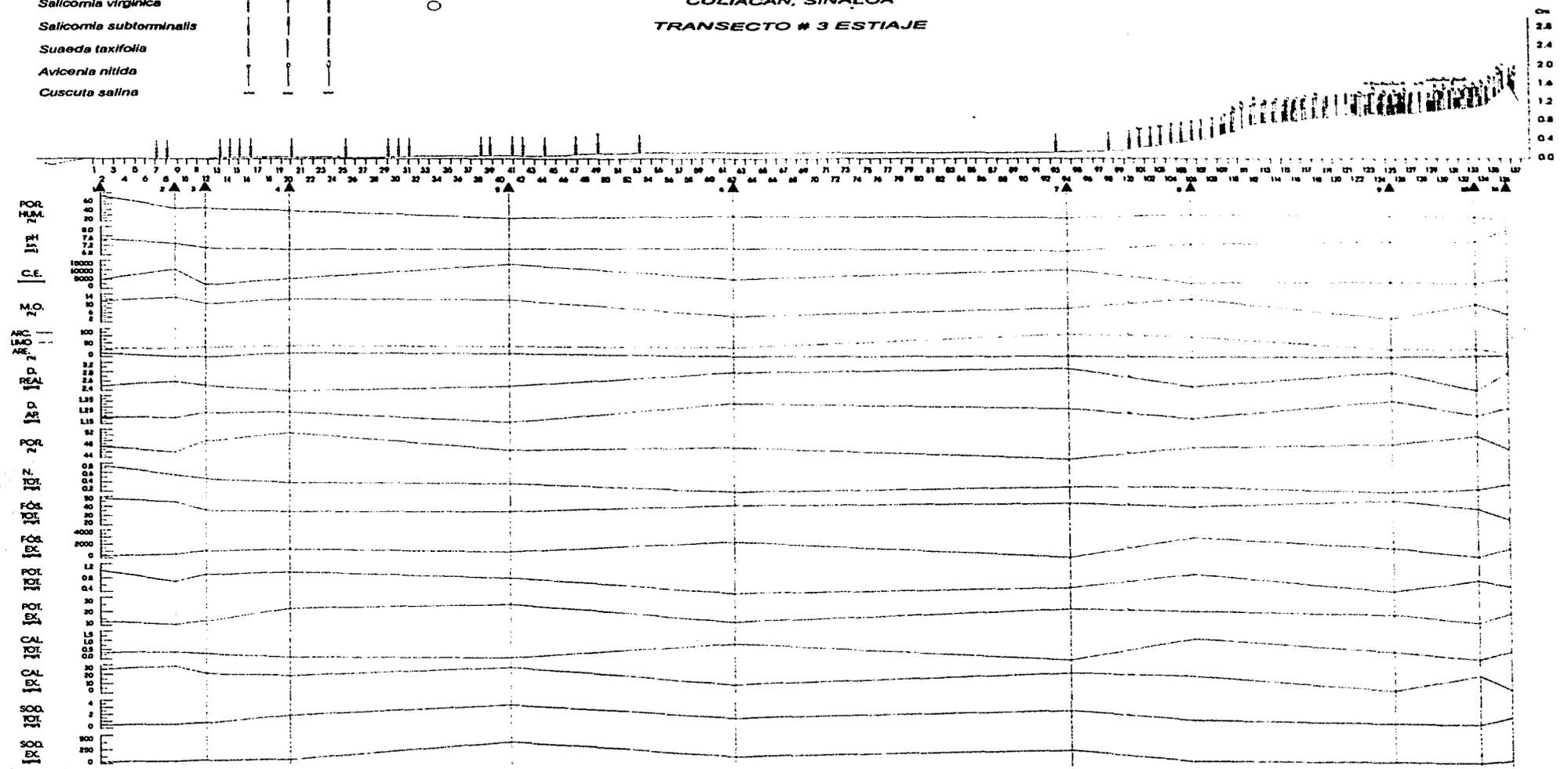
**FIGURA 7**  
**MARISMAS DE LA LAGUNA DEL CHIRICAHUETO**  
**CULIACÁN, SINALOA**

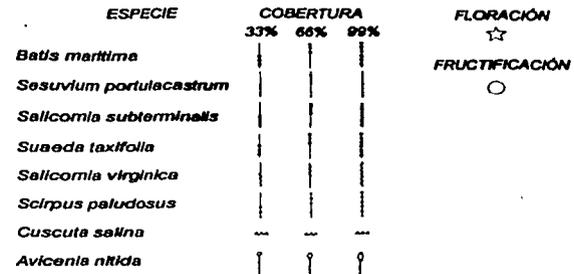
**TRANSECTO # 2 LLUVIA**



ESPECIE	COBERTURA	FLORACIÓN	FRUCTIFICACIÓN
<i>Batis maritima</i>	33%	☆	○
<i>Salicornia virginica</i>	66%		
<i>Salicornia subterminalis</i>	99%		
<i>Suaeda taxifolia</i>			
<i>Avicennia nitida</i>			
<i>Cuscuta salina</i>			

FIGURA 8  
 MARISMAS DE LA LAGUNA DEL CHIRICAHUETO  
 CULIACÁN, SINALOA  
 TRANSECTO # 3 ESTIAJE





**FIGURA 9**  
**MARISMAS DE LA LAGUNA DEL CHIRICAHUETO**  
**CULIACÁN, SINALOA**  
**TRANSECTO # 3 LLUVIA**

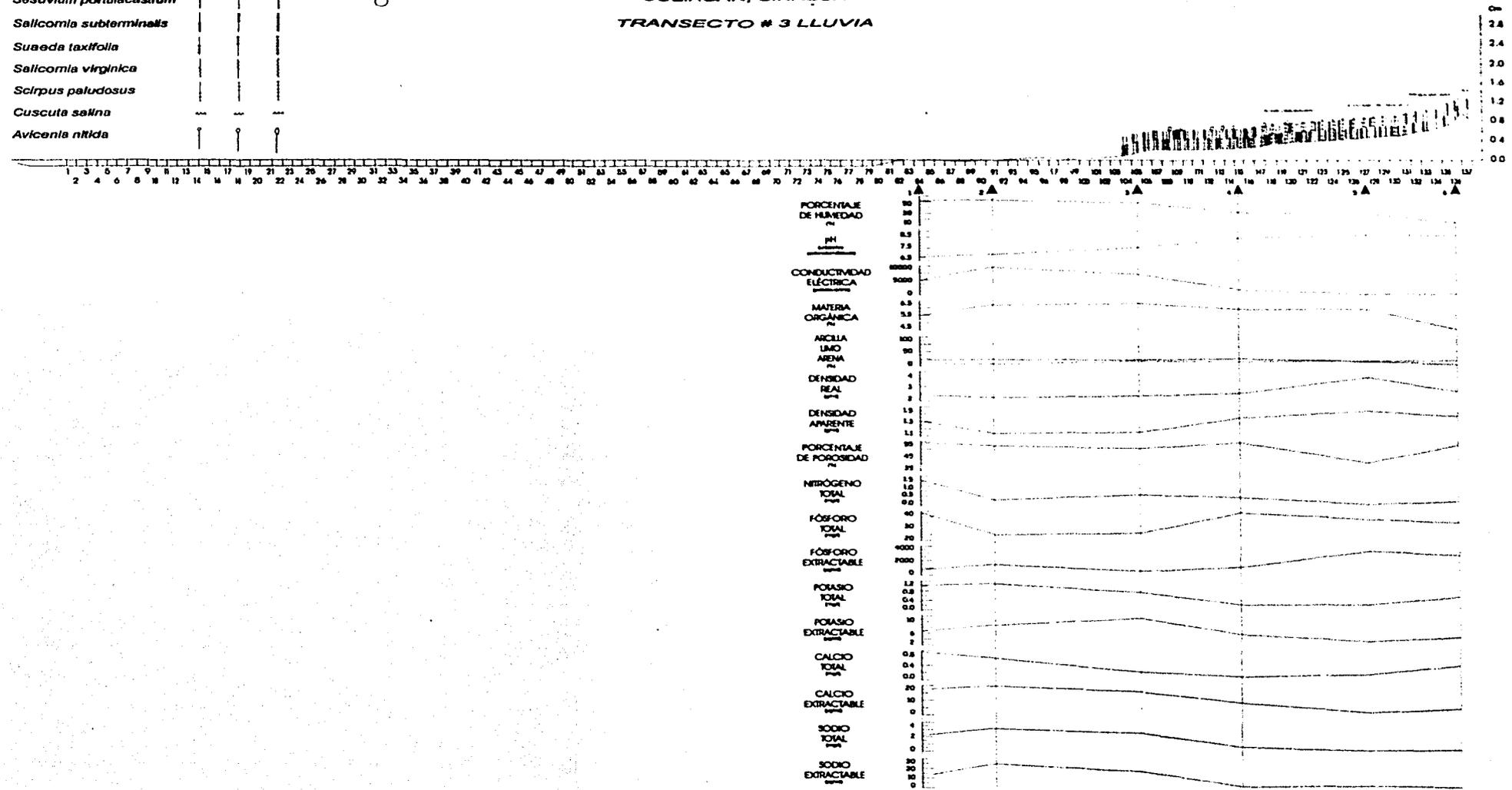
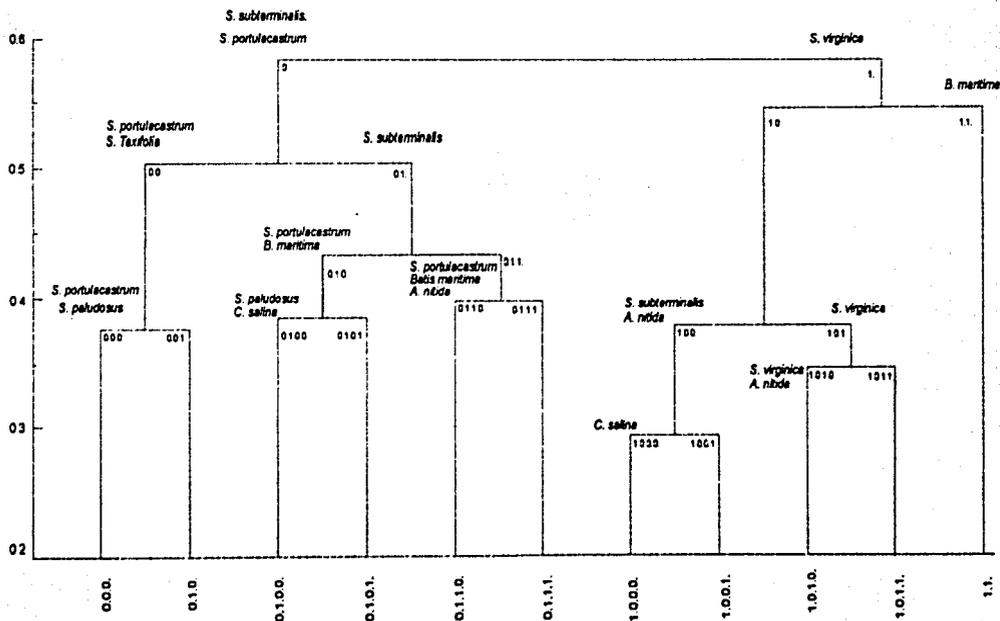


FIGURA 10  
 DENDROGRAMA  
 AGRUPACIONES RESULTANTES DEL ANÁLISIS TWINSPAN  
 MARISMAS DE LA LAGUNA DEL CHIRICAHUETO



## **ANEXO II**

### ***CUADROS Y TABLAS***

# CUADRO 1

## SECCIÓN A

### CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DEL AREA DE MUESTREO (CUADRO DE 1 x 1 m DE AREA )

1. **Número de observación.-** Dato de referencia que permite seguir una secuencia progresiva.
2. **Número de segmento o de cuadro.-** Es la distancia desde el origen del transecto hasta el cuadro a muestrear.
3. **Pendiente de área.-** Se determina en cada uno de los cuadros a muestrear con un clisómetro.
4. **Altura promedio del cuadro.-** Debido a que al colocar el cuadro sobre la vegetación queda en forma irregular, es necesario tomar un promedio de su altura respecto del suelo.
5. **Estrato.-** Se indicará el estrato vegetal al cual pertenecen las especies.
6. **Número de especies.-** Es el número de especies presentes dentro del cuadro a muestrear, independientemente de su dominancia o abundancia
7. **Especie.-** Se anota la especie que se describirá en las siguientes columnas: individuos por especie y/o cobertura de acuerdo con el tipo de crecimiento de las mismas, altura respecto del marco, tipo de distribución, su fenología, vigor relativo, color y otras observaciones tales como presencia de plagas, etc (se describen en Sección B).
8. **Orientación del arreglo geomorfológico y vegetacional respecto al transecto.-** Es necesario orientar los manchones de vegetación y la forma geomorfológica en aquellas circunstancias que se necesite.

**SECCION B**  
**CODIFICACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION**  
**PARA EL ANALISIS FITOSOCIOLOGICO**

CARACTERISTICA O DESCRIPTOR	CODIGO
❖ <b>COBERTURA</b>	
• 1 - 33%	1
• 34 - 65%	2
• 66 - 100%	3
❖ <b>REPARTICION O DISTRIBUCIÓN</b>	
• regular	4
• localizada	5
• central	6
• periférica	7
• ind. aislados	8
❖ <b>FENOLOGIA</b>	
• plántula	9
• vegetativo	
o I (en desarrollo)	10
o II (óptimo)	11
o III (seca)	12
• floración	
o I (botón)	13
o II (madura)	14
o III (seca)	15
• fructificación	
o I (en desarrollo)	16
o II (maduro)	17
o III (seco)	18
❖ <b>VIGOR RELATIVO</b>	
• muy vigoroso	19
• vigoroso	20
• normal	21
• endeble	22

❖ COLOR

• verde	23
• amarillo	24
• rojo	25
• café	26
• otro	27

❖ ESPECIE

• <i>Batis maritima</i> , L., # col. 7	28
• <i>Salicornia virginica</i> , L., # col. 1	29
• <i>Sesuvium portulacastrum</i> L., # col. 2	30
• <i>Salicornia subterminalis</i> (Parish), # col. 4 y 9	31
• <i>Scirpus paludosus</i> (Nels), # col. 6	32
• <i>Avicennia nitida</i> (Jacq), # col. 3	33
• <i>Suaeda taxifolia</i> , subespecie <i>brevifolia</i> , Stanley (Abrams), # col. 5	34
• <i>Cuscuta salina</i> , (Engelm), # col. 8	35

TABLA 1  
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELOS EN EL TRANSECTO 1

PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS. PERIODO DE ESTIAJE

MUESTRA	HUMEDAD (%)			pH			C.E.			M.O.			TEXTURA			DENSIDAD			POROSIDAD			NITRÓGENO			FÓSFORO			POTASIO			CALCIO			SODIO											
													ARCILLA (%)	LIMO (%)	ARENA (%)	REAL (t/m <sup>3</sup> )	APARENTE (t/m <sup>3</sup> )	TOTAL (%)	TOTAL (%)	EXTRACTABLE (%)																									
	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1												
1	48.20	7.70	7.75	7.85	8880	11883	8087	3.36	3.80	3.18	7.28	12.00	80.72	2.78	1.37	1.370	1.370	49.28	0.52	0.65	0.38	38.88	45.38	27.88	433	308	868	0.40	0.41	0.38	7.75	8.48	7.08	1.14	1.18	1.10	24.30	28.10	22.88	6.78	1.01	0.81	88.18	81.01	87.37
2	41.80	7.38	7.48	7.33	18853	18804	18103	4.54	4.77	4.31	9.28	21.84	88.08	2.50	1.33	1.380	1.310	53.20	1.05	1.18	0.84	32.82	48.24	15.70	1287	1387	1127	0.38	0.45	0.28	6.88	9.33	8.81	0.88	0.74	0.88	27.30	38.34	38.38	0.83	0.82	0.78	84.18	88.08	88.88
3	34.10	7.28	7.30	7.27	18177	18371	17882	5.25	5.71	4.79	6.58	84.72	8.72	2.50	1.37	1.380	1.370	54.87	0.24	0.28	0.21	41.84	38.48	24.18	1048	1147	842	0.48	0.47	0.44	11.01	11.01	11.01	1.01	1.81	0.21	88.38	87.82	84.81	1.07	1.18	0.88	88.88	88.88	81.81
4	34.80	7.28	7.33	7.23	18873	18188	18157	6.80	8.97	6.23	8.58	38.72	58.72	2.63	1.30	1.300	1.300	48.35	0.20	0.24	0.18	43.82	84.87	23.27	374	388	182	0.84	0.72	0.88	12.88	14.48	11.21	0.88	1.28	0.88	21.42	22.38	20.81	1.19	1.28	1.10	80.38	88.34	88.82
5	27.70	7.38	7.41	7.32	13850	14330	12881	4.38	4.58	4.22	8.98	24.72	88.72	2.78	1.32	1.320	1.320	47.81	0.14	0.15	0.14	44.17	81.27	27.08	771	1274	388	0.53	0.57	0.48	10.81	11.31	9.81	0.83	0.73	0.82	21.88	33.88	20.87	0.88	0.72	0.84	88.88	88.88	88.11
6	16.80	7.38	7.47	7.31	18120	18850	18580	5.88	8.23	6.75	12.58	48.72	40.72	2.78	1.32	1.320	1.320	47.48	1.11	1.18	1.03	30.45	38.04	21.85	808	888	848	0.43	0.47	0.40	12.88	18.38	11.81	0.87	0.83	0.82	23.11	23.88	22.32	1.22	1.48	1.08	81.44	88.88	88.27
7	14.40	7.53	7.68	7.38	14807	15009	14204	7.74	7.85	7.83	20.82	81.84	17.44	2.63	1.31	1.310	1.300	48.84	0.15	0.17	0.14	32.88	78.77	38.18	281	388	187	0.88	0.72	0.84	18.31	18.87	15.81	0.58	0.87	0.84	18.88	18.27	14.88	0.87	1.01	0.88	77.12	78.88	74.87
8	14.80	7.82	7.87	7.58	15750	18828	15574	7.48	7.87	7.28	10.38	78.00	13.44	3.33	1.28	1.270	1.280	37.88	0.30	0.38	0.23	27.08	32.88	21.48	481	842	188	0.63	0.88	0.58	17.34	17.88	18.84	0.84	0.84	0.44	18.81	18.84	14.28	1.08	1.30	0.88	87.21	88.88	88.81
9	10.40	7.77	7.83	7.72	13880	14188	13823	10.48	11.12	9.88	10.38	74.00	15.44	2.78	1.28	1.280	1.270	45.82	0.85	0.85	0.42	32.88	82.34	43.81	803	782	414	0.77	0.88	0.70	18.87	20.58	17.31	1.51	1.57	1.48	30.82	32.88	28.87	0.88	1.10	0.88	81.18	88.28	78.87
10	8.80	7.42	7.44	7.40	4737	5024	4448	8.72	8.88	8.48	8.82	73.84	17.44	2.80	1.28	1.280	1.280	30.40	1.02	1.23	0.81	50.55	88.84	32.28	1442	1884	1188	0.88	0.71	0.87	12.84	14.08	11.28	0.82	1.08	0.82	28.88	27.78	24.28	0.84	0.88	0.81	40.88	41.21	38.88
11	13.30	7.47	7.53	7.42	15383	15801	15185	7.77	7.88	7.85	6.82	18.84	77.44	2.83	1.20	1.200	1.180	45.75	0.38	0.38	0.33	54.01	78.41	32.82	581	588	374	0.84	0.88	0.48	11.02	12.24	9.78	0.81	0.78	0.82	24.28	28.10	22.88	0.84	1.08	0.88	83.77	84.13	88.41

PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS. PERIODO DE LLUVIA

MUESTRA	HUMEDAD (%)			pH			C.E.			M.O.			TEXTURA			DENSIDAD			POROSIDAD			NITRÓGENO			FÓSFORO			POTASIO			CALCIO			SODIO											
													ARCILLA (%)	LIMO (%)	ARENA (%)	REAL (t/m <sup>3</sup> )	APARENTE (t/m <sup>3</sup> )	TOTAL (%)	TOTAL (%)	EXTRACTABLE (%)																									
	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1												
1	45.30	7.21	7.24	7.18	42500	42858	42042	8.47	8.83	8.31	8.28	38.28	35.44	2.83	1.21	1.210	1.210	48.81	0.28	0.32	0.25	28.83	31.88	27.88	2408	3418	1401	0.40	0.47	0.31	5.88	6.28	5.82	0.51	0.88	0.34	18.37	17.08	18.87	1.33	1.48	1.18	3.88	4.78	2.88
2	35.70	7.10	7.13	7.08	42887	42818	42514	8.85	7.34	8.35	18.28	15.28	71.44	2.83	1.18	1.180	1.180	45.25	0.11	0.17	0.08	41.82	80.88	21.87	880	1388	383	0.48	0.48	0.40	8.28	11.18	7.41	0.12	0.14	0.10	21.30	28.28	18.22	1.44	1.58	1.33	28.88	32.37	27.84
3	31.40	8.85	8.80	8.80	44133	48108	42180	8.22	8.37	8.07	5.28	27.28	87.44	2.83	1.25	1.250	1.250	47.53	0.38	0.53	0.28	25.27	28.88	23.88	2463	3548	1417	0.38	0.40	0.38	13.77	14.84	12.80	0.38	0.47	0.17	38.28	40.38	38.17	1.42	1.48	1.38	10.23	12.82	7.84
4	24.20	7.07	7.08	7.05	47287	48384	48170	5.31	8.38	5.25	5.28	8.84	85.08	2.78	1.32	1.320	1.320	47.48	0.15	0.22	0.07	48.83	88.38	38.27	1888	2710	1307	0.31	0.32	0.28	5.87	8.32	5.82	0.28	0.34	0.21	38.10	28.70	22.80	1.71	1.85	1.48	7.10	7.10	7.10
5	25.20	7.78	7.88	7.88	84733	86180	83287	8.82	8.74	8.50	38.28	8.28	51.48	3.57	1.28	1.280	1.280	35.38	0.27	0.32	0.22	34.58	48.38	22.82	2182	3300	1083	0.70	0.75	0.85	4.88	4.88	4.18	0.23	0.28	0.18	17.70	18.48	18.84	1.52	1.84	1.40	10.73	11.88	9.88
6	21.80	7.88	7.83	7.83	80187	81208	79128	8.41	8.87	8.14	28.28	5.28	85.44	2.52	1.23	1.240	1.220	48.84	0.41	0.55	0.27	31.22	33.88	28.88	1884	2388	1188	0.77	0.80	0.77	8.15	8.74	5.27	0.73	0.78	0.67	12.27	18.73	10.81	0.83	0.85	0.81	0.88	1.08	0.83
7	13.80	7.28	7.28	7.24	32187	32880	31873	9.48	9.82	9.31	5.38	13.84	81.08	3.85	1.28	1.280	1.280	33.51	0.27	0.28	0.23	34.85	47.38	22.15	1788	2300	1038	0.88	1.01	0.80	4.88	4.88	4.98	0.82	0.84	0.80	12.02	13.33	10.72	0.87	1.01	0.85	1.48	2.18	0.78
8	13.20	7.03	7.05	7.02	22633	28080	21778	8.27	8.54	8.01	5.28	38.28	88.44	3.33	1.24	1.250	1.230	37.14	0.17	0.18	0.14	43.40	85.15	21.84	2208	2284	2118	0.74	0.88	0.83	9.28	9.87	8.13	0.88	0.73	0.83	3.10	3.32	2.88	0.16	0.20	0.12	1.88	2.08	1.81

TABLA 2  
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELOS EN EL TRANSECTO 2

PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS. PERIODO DE ESTIAJE

MUESTRA	HUMEDAD (%)			pH (medida potenciométrica)			C.E. (µmhos/cm)			M.O. (%)			TEXTURA			DENSIDAD			POROSIDAD			NITRÓGENO			FÓSFORO			POTASIO			CALCIO			SODIO															
										ARCILLA (%)			LIMO (%)			ARENA (%)			REAL (g/cc)			APARENTE (g/cc)																											
	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1										
1	52.80	7.93	7.98	7.88	4440	4985	4315	7.02	7.08	6.98	4.82	43.84	51.44	2.94	1.18	1.180	1.180	40.14	0.32	0.34	0.30	48.24	88.18	23.20	734	941	957	0.74	0.74	0.73	18.88	16.78	1.34	0.21	0.18	0.18	17.78	18.81	16.48	0.38	0.38	0.38	88.88	88.87	88.84				
2	47.20	7.86	7.73	7.80	8620	6750	6480	6.50	7.18	5.82	6.82	37.84	55.44	2.78	1.87	1.370	1.373	48.28	0.21	0.27	0.14	37.18	42.28	34.07	278	337	300	0.31	0.35	0.38	2.04	2.74	1.34	0.31	0.38	0.38	24.03	24.82	28.48	0.38	0.41	0.41	0.18	0.18	0.18	38.88	38.08	38.08	
3	48.80	7.30	7.47	7.13	10170	10302	10038	4.96	4.81	4.32	0.58	82.00	27.44	2.83	1.32	1.320	1.323	80.18	0.07	0.08	0.07	47.80	81.04	34.57	1881	1114	1288	0.48	0.47	0.48	0.18	0.18	0.18	28.88	30.18	28.87	0.84	0.78	0.78	88.88	88.88	88.87	88.88	88.88	88.87	88.88	88.88	88.87	88.84
4	45.20	7.12	7.20	7.05	28000	31008	25884	4.38	6.72	6.00	0.82	85.84	33.44	2.50	1.27	1.270	1.273	30.80	0.15	0.18	0.13	38.18	42.88	28.45	1870	1885	1388	0.47	0.51	0.43	14.28	15.18	13.34	0.18	0.20	0.18	28.88	24.71	22.28	1.87	1.74	1.80	188.10	187.08	178.17				
5	40.80	7.80	8.08	7.75	4580	4888	4171	3.87	3.88	3.88	2.82	51.84	45.44	2.78	1.32	1.320	1.323	47.48	0.13	0.17	0.08	37.70	48.28	30.08	2087	2236	1888	0.83	0.98	0.82	14.27	14.88	13.88	0.40	0.40	0.38	3.88	4.18	3.87	0.38	0.40	0.38	48.28	48.28	48.28				
6	41.70	6.95	7.13	6.77	37567	47840	27183	8.02	6.72	5.32	4.98	82.00	33.44	2.78	1.30	1.310	1.283	48.40	0.43	0.58	0.30	47.80	84.60	31.30	1118	1196	1081	0.34	0.36	0.48	18.88	20.10	17.02	0.64	0.78	0.54	12.48	14.08	10.84	1.58	1.74	1.48	288.80	283.81	248.78				
7	39.70	7.18	7.25	7.13	17180	17808	18452	8.88	7.28	6.11	0.58	38.00	61.44	2.83	1.25	1.260	1.258	47.53	0.23	0.23	0.21	48.08	38.08	41.07	1483	1418	1380	0.78	0.78	0.77	18.58	20.80	18.28	0.48	0.51	0.47	6.08	6.28	6.84	1.38	1.41	1.28	88.78	88.74	81.72				
8	39.10	7.18	7.23	7.15	11143	11885	10802	3.28	5.48	5.28	0.58	34.00	85.44	2.38	1.33	1.380	1.318	58.72	0.52	0.58	0.48	28.41	31.47	27.38	58.72	58.72	58.72	0.84	0.87	0.80	18.31	17.88	18.80	0.37	0.37	0.34	6.08	7.07	6.04	0.87	0.88	0.88	88.14	88.80	78.78				
9	32.50	7.21	7.28	7.14	15583	15814	15215	4.07	4.38	3.75	10.98	32.00	57.44	2.50	1.28	1.280	1.280	50.00	0.22	0.23	0.20	41.58	84.08	18.11	613	803	123	0.38	0.41	0.38	12.84	14.08	11.28	0.38	0.31	0.21	12.88	12.88	11.13	0.38	0.34	0.23	88.28	88.80	84.18				
10	21.70	7.80	8.01	7.78	7080	7383	6787	3.75	3.80	3.70	0.58	40.00	58.44	2.50	1.30	1.300	1.300	52.00	0.82	1.13	0.70	83.30	88.48	41.84	1788	2122	1413	0.48	0.48	0.48	15.80	18.80	14.78	0.42	0.47	0.38	4.88	6.88	4.12	1.07	1.18	0.88	88.84	81.44	87.84				
11	18.20	7.24	7.35	7.13	5287	5480	5083	4.61	5.48	3.78	6.82	31.84	61.44	2.78	1.37	1.370	1.373	48.28	0.31	0.38	0.23	27.08	80.84	23.82	488	714	383	0.88	0.88	0.81	14.27	15.88	12.88	0.58	0.63	0.83	14.51	16.53	12.48	0.80	0.82	0.48	80.48	81.41	88.88				
12	15.30	7.58	7.64	7.53	6080	6338	5824	7.81	8.31	8.81	8.58	38.00	55.44	2.50	1.28	1.280	1.288	50.70	0.78	0.80	0.87	42.10	88.37	24.84	1803	2012	1182	0.82	0.88	0.80	17.34	18.27	18.48	1.28	1.84	1.04	18.11	21.27	18.88	0.71	0.75	0.67	81.78	82.28	81.18				

PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS. PERIODO DE LLUVIA

MUESTRA	HUMEDAD (%)			pH (medida potenciométrica)			C.E. (µmhos/cm)			M.O. (%)			TEXTURA			DENSIDAD			POROSIDAD			NITRÓGENO			FÓSFORO			POTASIO			CALCIO			SODIO											
										ARCILLA (%)			LIMO (%)			ARENA (%)			REAL (g/cc)			APARENTE (g/cc)																							
	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1						
1	44.80	7.12	7.17	7.06	63700	64484	62908	2.48	3.30	1.88	5.28	29.28	29.28	2.50	1.28	1.280	1.280	80.00	0.24	0.28	0.23	84.53	72.88	38.11	2184	2808	1388	0.44	0.53	0.38	10.48	11.38	9.57	0.38	0.38	0.38	12.14	12.88	10.84	2.08	2.38	1.87	17.18	18.28	15.88
2	52.90	7.21	7.25	7.18	118100	118072	113138	4.23	4.32	3.84	18.28	21.28	58.44	2.77	1.28	1.280	1.285	48.21	0.87	0.48	0.38	31.48	34.88	27.38	2888	2818	2088	0.80	0.88	0.88	14.88	16.38	12.78	0.41	0.48	0.38	14.28	15.48	12.18	2.41	2.38	2.38	30.28	32.18	38.83
3	41.40	7.37	7.41	7.33	58833	58808	54281	3.82	3.74	3.80	23.28	38.28	37.44	2.38	1.30	1.300	1.300	54.82	0.10	0.12	0.07	38.74	23.12	34.38	1488	1708	1188	0.84	0.88	0.81	11.83	12.88	10.74	0.38	0.48	0.38	16.82	11.87	10.07	1.87	1.88	1.88	11.31	12.80	9.72
4	36.80	7.88	7.70	7.82	86287	103471	75882	3.88	3.83	3.58	17.28	38.28	43.44	2.77	1.31	1.310	1.310	47.11	0.30	0.38	0.21	84.88	47.18	22.82	218	480	181	0.77	0.80	0.74	13.38	14.88	12.17	0.18	0.30	0.08	8.88	9.88	8.14	2.48	2.87	2.28	22.84	25.27	21.71
5	33.20	8.14	8.18	8.11	58833	57728	54141	4.00	4.11	3.84	13.28	5.28	81.44	3.33	1.23	1.230	1.230	38.84	0.17	0.18	0.18	28.18	25.08	23.27	810	788	481	0.77	0.88	0.88	8.70	10.88	8.81	0.32	0.88	0.48	1.88	2.18	1.19	2.11	2.18	2.08	14.72	18.38	12.87
6	30.80	8.45	8.51	8.38	25800	28581	22838	2.83	2.83	2.73	15.28	13.84	71.08	2.78	1.30	1.300	1.300	48.28	0.14	0.21	0.08	81.42	71.18	31.87	2888	3812	2473	0.74	0.84	0.88	12.08	14.12	9.81	0.42	0.43	0.40	0.88	1.14	0.72	1.17	1.17	1.17	4.30	6.13	2.47

**TABLA 3**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELOS EN EL TRANSECTO 3**

PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS. PERIODO DE ESTIAJE

MUESTRA	HUMEDAD (%)			pH			C.E.			M.O.			TEXTURA			DENSIDAD			POROSIDAD			NITRÓGENO			FÓSFORO			POTASIO			CALCIO			SODIO													
	pH			C.E.			M.O.			ARCILLA (%)	LIMO (%)	ARENA (%)	REAL (g/cm³)	APARENTE (g/cm³)	POROSIDAD (%)	TOTAL (%)	FÓSFORO			POTASIO			CALCIO			SODIO																					
	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1								TOTAL (%)	TOTAL (%)	EXTRACTABLE (%)	TOTAL (%)	TOTAL (%)	EXTRACTABLE (%)	TOTAL (%)	TOTAL (%)	EXTRACTABLE (%)	TOTAL (%)	TOTAL (%)	EXTRACTABLE (%)	TOTAL (%)	TOTAL (%)	EXTRACTABLE (%)																
1	64.50	7.46	7.53	7.43	4810	8063	4737	10.95	11.38	10.52	12.82	38.84	67.44	2.80	1.21	1.21	1.21	48.01	0.75	0.84	0.85	44.08	65.38	30.57	829	66	123	1.01	1.02	1.00	119.04	18.74	12.35	0.85	0.88	0.87	38.18	30.38	28.10	34.80	0.64	0.69	0.68	88	88	88	88
2	42.30	7.29	7.31	7.27	10333	10834	10032	12.71	12.98	12.44	2.92	38.84	67.44	2.83	1.21	1.21	1.21	48.01	0.95	0.95	0.94	44.08	65.38	30.57	829	78	138	0.72	0.69	0.91	111.08	18.24	6.78	0.41	0.48	0.37	38.18	30.38	27.87	0.57	0.68	0.48	88	88	88	88	
3	43.20	7.08	7.18	7.02	2147	2553	1740	10.02	10.20	8.83	2.82	38.84	61.44	2.80	1.25	1.25	1.25	50.00	0.47	0.52	0.42	35.37	43.60	27.13	1074	1801	847	0.90	0.88	0.88	118.97	14.84	12.38	0.31	0.35	0.27	38.68	28.27	14.40	6.78	0.89	0.72	88	88	88	88	
4	36.90	7.05	7.18	6.94	5567	8059	5114	12.20	12.58	11.82	15.26	38.84	65.08	2.38	1.28	1.28	1.28	52.84	0.38	0.38	0.19	34.88	38.32	23.81	1267	1884	851	0.68	1.00	0.87	22.84	23.88	22.18	0.17	0.19	0.15	18.82	21.17	16.47	1.88	2.08	1.68	88	88	88	88	
5	25.30	7.08	7.13	6.98	13300	15675	10725	11.79	12.32	11.27	15.26	38.28	65.44	2.80	1.17	1.17	1.17	48.00	0.38	0.45	0.32	35.37	48.74	20.88	1088	1278	888	0.82	0.87	0.77	28.10	27.81	14.88	0.17	0.20	0.14	38.18	30.38	27.87	2.53	3.84	3.43	422	422	422	415	
6	28.20	7.08	7.11	7.08	5260	6840	4720	4.75	5.30	4.28	5.28	38.64	58.08	2.78	1.34	1.34	1.34	48.30	0.21	0.30	0.12	41.84	67.88	23.18	2338	3883	2188	0.41	0.48	0.37	12.88	15.73	12.00	0.88	1.14	0.71	13.04	11.82	10.16	1.88	1.64	1.48	168	178	161	161	
7	26.80	6.99	7.03	6.95	10527	11398	8854	8.38	8.81	8.17	5.28	33.84	11.08	2.84	1.30	1.30	1.29	44.08	0.33	0.40	0.25	48.21	66.18	28.28	467	778	138	0.88	0.83	0.88	28.28	28.21	21.88	0.10	0.14	0.08	34.10	26.81	22.88	2.88	3.08	2.78	288	288	288	288	
8	31.30	7.27	7.30	7.24	3287	3854	2880	12.35	12.4	12.22	1.38	78.28	23.44	2.80	1.21	1.21	1.21	68.40	0.32	0.28	0.28	41.07	88.38	38.81	3870	2884	2875	0.88	1.01	0.88	21.82	28.28	23.28	1.28	1.34	1.18	38.87	21.74	18.40	1.84	1.57	1.41	88	88	88	88	
9	28.40	7.37	7.42	7.32	3500	3881	3108	3.58	3.71	3.41	1.28	27.28	71.44	2.78	1.28	1.28	1.28	48.74	0.30	0.30	0.10	48.78	84.07	28.48	1814	2257	970	0.44	0.47	0.40	18.78	20.17	17.38	0.48	0.48	0.44	4.17	4.88	3.77	0.84	1.28	0.88	88	88	88	87	
10	25.80	7.35	7.38	7.31	2547	2758	2335	9.87	10.04	8.28	3.28	28.28	67.44	2.38	1.83	1.23	1.23	51.88	0.25	0.27	0.12	37.88	80.08	25.82	387	886	128	0.75	0.78	0.72	12.88	14.18	11.10	0.88	0.67	0.68	38.28	21.81	18.82	0.75	0.77	0.72	88	88	88	81	
11	21.10	7.88	8.05	7.87	5290	6740	3840	5.53	5.78	5.28	5.28	13.84	81.08	2.78	1.30	1.30	1.30	48.78	0.38	0.78	0.68	38.11	30.47	21.78	1818	2122	918	0.38	0.61	0.38	18.78	21.08	15.51	0.80	0.82	0.48	4.88	5.82	4.14	1.78	1.87	1.78	101	102	102	100	

PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS. PERIODO DE LLUVIA

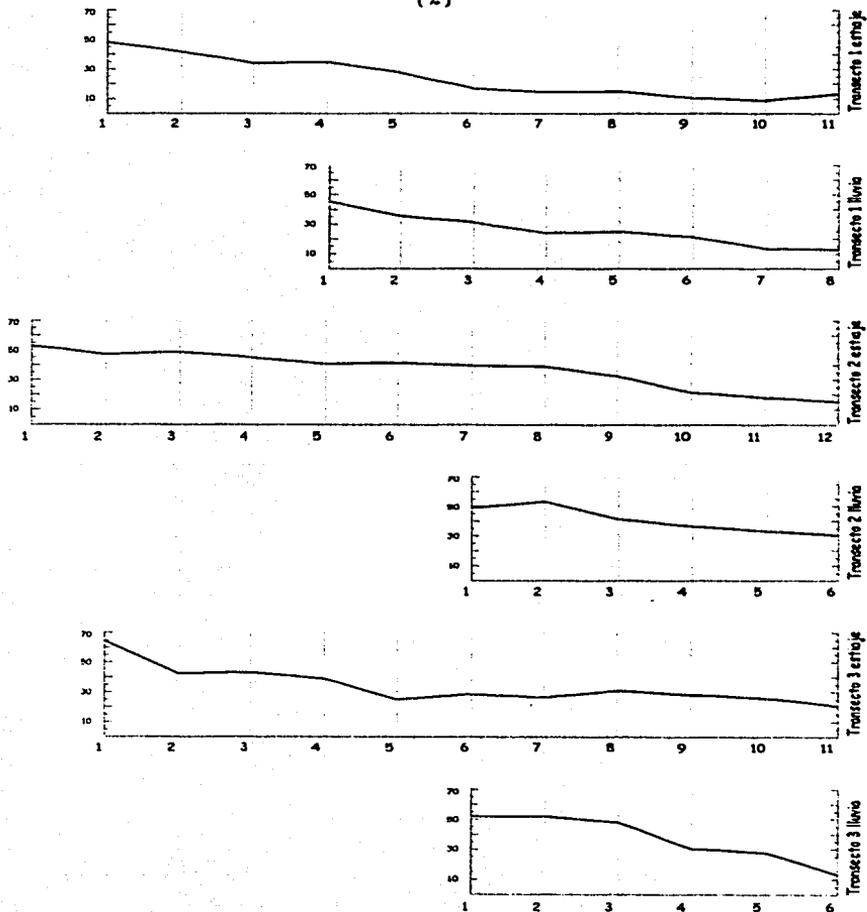
MUESTRA	HUMEDAD (%)			pH			C.E.			M.O.			TEXTURA			DENSIDAD			POROSIDAD			NITRÓGENO			FÓSFORO			POTASIO			CALCIO			SODIO													
	pH			C.E.			M.O.			ARCILLA (%)	LIMO (%)	ARENA (%)	REAL (g/cm³)	APARENTE (g/cm³)	POROSIDAD (%)	TOTAL (%)	FÓSFORO			POTASIO			CALCIO			SODIO																					
	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1	X	S+1	S-1								TOTAL (%)	TOTAL (%)	EXTRACTABLE (%)	TOTAL (%)	TOTAL (%)	EXTRACTABLE (%)	TOTAL (%)	TOTAL (%)	EXTRACTABLE (%)	TOTAL (%)	TOTAL (%)	EXTRACTABLE (%)	TOTAL (%)	TOTAL (%)	EXTRACTABLE (%)																
1	51.80	6.78	6.79	6.77	52100	61200	49000	5.52	5.98	5.05	18.28	7.84	73.08	2.38	1.27	1.20	1.24	64.20	1.32	1.77	0.86	44.17	61.84	28.40	727	842	610	1.02	1.08	0.98	6.78	6.78	4.71	0.78	0.78	0.78	17.87	18.88	18.48	2.18	2.25	2.13	11.88	13.88	8.88	8.88	
2	51.80	6.98	7.03	6.92	85100	87527	82673	6.19	6.25	6.19	21.28	6.84	73.08	2.17	1.13	1.13	1.13	62.07	0.28	0.35	0.21	24.75	38.88	20.87	1442	1888	1288	1.08	1.12	1.08	8.80	10.88	8.84	0.80	0.72	0.68	18.78	21.13	18.28	6.18	3.24	3.08	28.24	27.27	23.41	23.41	
3	48.10	7.55	7.62	7.47	70833	77875	63281	6.32	6.80	6.14	18.28	13.88	85.44	2.27	1.14	1.14	1.13	68.78	0.51	0.88	0.48	25.79	38.73	22.88	478	678	382	0.70	0.78	0.88	11.04	11.72	10.38	0.21	0.22	0.20	18.88	17.31	12.74	2.48	2.81	2.40	16.78	17.88	15.88	15.88	
4	30.50	6.25	6.41	6.29	18133	18203	17084	5.85	6.28	5.83	23.28	18.28	85.44	2.80	1.34	1.34	1.34	53.80	0.40	0.48	0.34	42.88	88.68	38.20	1088	1042	1016	0.30	0.38	0.10	8.88	7.80	6.18	0.18	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	6.78	0.54	0.70	0.28	1.08	1.08	1.08	1.08
5	28.10	6.64	6.67	6.61	2800	2800	2400	5.88	6.10	5.83	12.28	18.28	71.44	3.57	1.42	1.42	1.42	38.84	0.08	0.08	0.01	37.18	47.88	38.87	3201	2348	2088	0.20	0.22	0.17	8.08	4.88	1.81	0.13	0.17	0.10	1.28	1.71	0.87	0.08	0.08	0.02	1.48	1.58	1.48	1.48	
6	13.20	6.58	6.74	6.42	2833	2881	2578	4.48	4.80	4.28	3.28	17.28	78.44	2.83	1.38	1.38	1.38	61.71	0.17	0.24	0.10	34.88	67.02	12.18	2818	2828	2610	0.51	0.88	0.34	4.80	8.87	3.23	0.37	0.28	0.28	3.70	5.01	2.38	0.13	0.28	0.08	0.71	0.82	0.82	0.82	



# **ANEXO III**

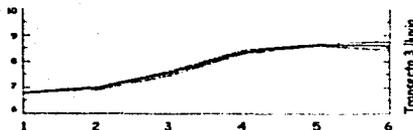
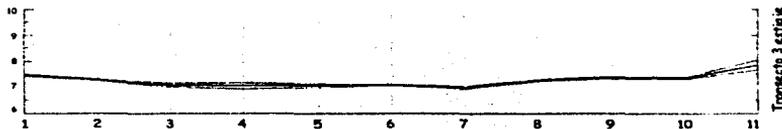
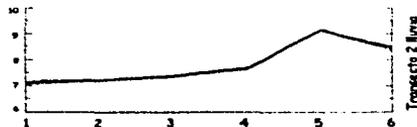
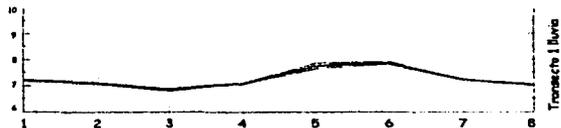
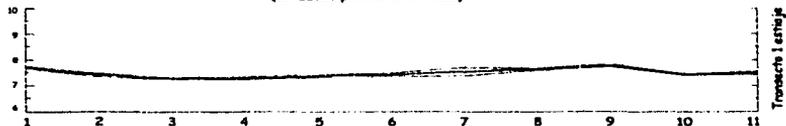
## **GRÁFICAS**

**GRÁFICA 1**  
**TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE**  
**PORCENTAJE DE HUMEDAD**  
**(%)**



## GRÁFICA 2 TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE

(unidades potenciométricas)

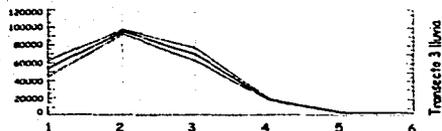
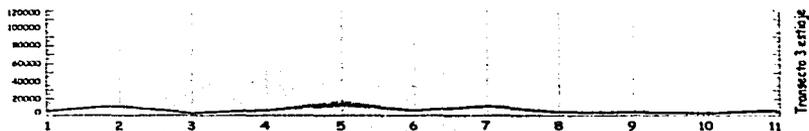
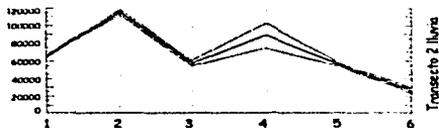
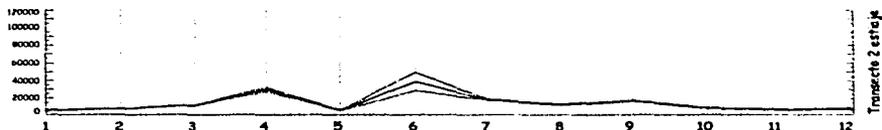
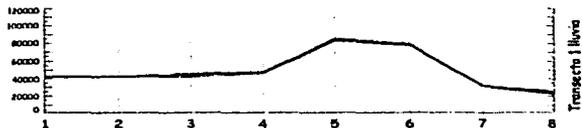
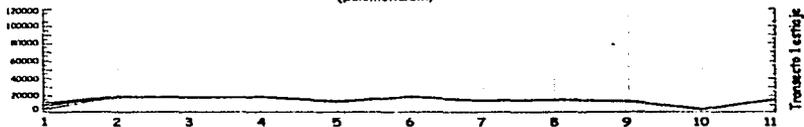


# GRÁFICA 3

## TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE

### CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

(µsiemens/cm)

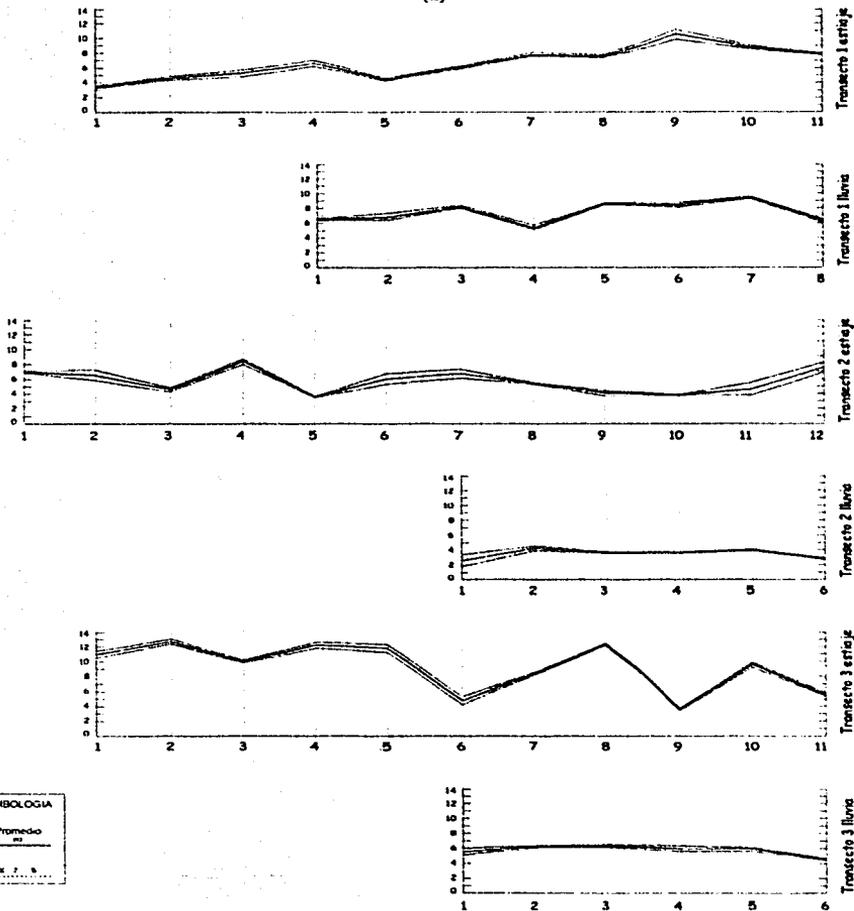


**SIMBOLOGIA**

— Promedio

— X F B

GRÁFICA 4  
 TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE  
 MATERIA ORGÁNICA  
 (%)

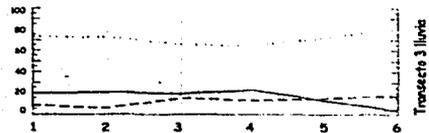
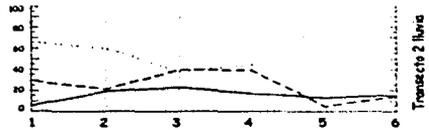
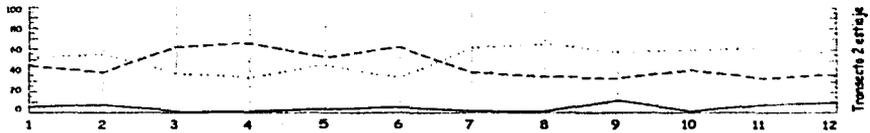
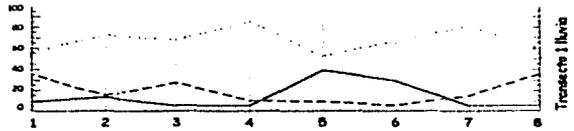
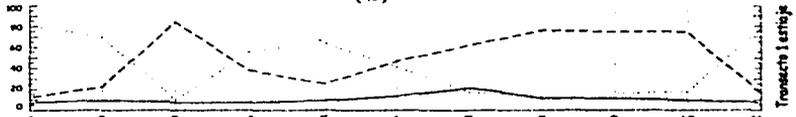


SIMBOLOGIA

Promedio  
 ———

E. S.  
 ·····

**GRÁFICA 5**  
**TRANSECTOS 1 A 3, Lluvias y ESTIAJE**  
**TEXTURA**  
 (%)



**SIMBOLOGIA**

Arcilla

Limo

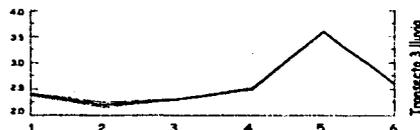
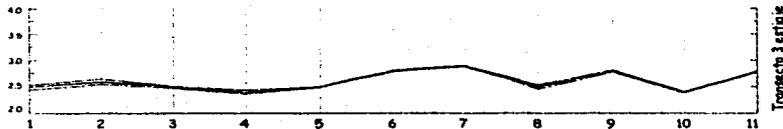
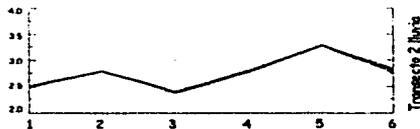
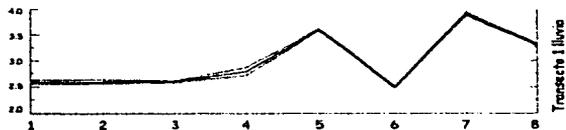
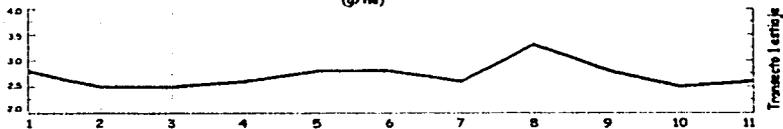
Arena

# GRÁFICA 6

## TRANSECTOS 1 A 3, Lluvias y ESTIAJE

### DENSIDAD REAL

(g/ml)

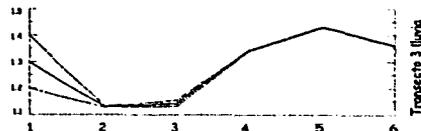
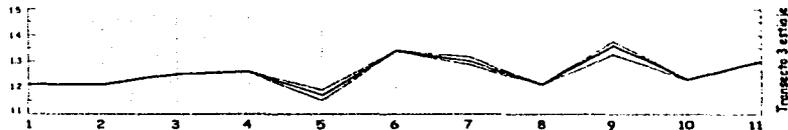
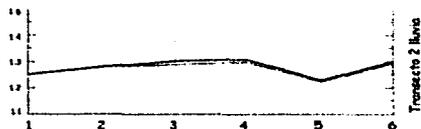
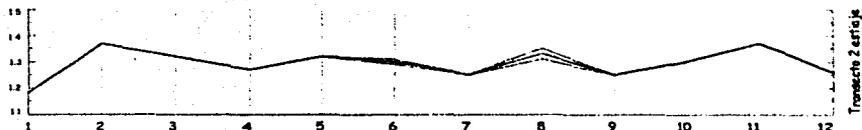
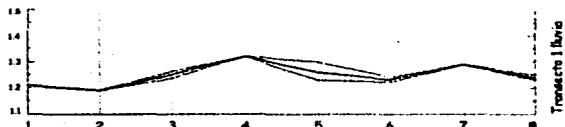
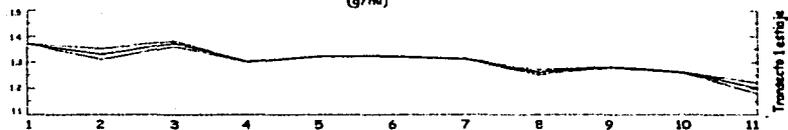


# GRÁFICA 7

## TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE

### DENSIDAD APARENTE

(g/ml)



**SIMBOLOGIA**

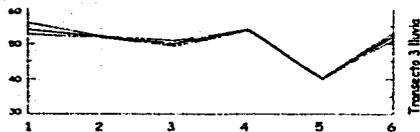
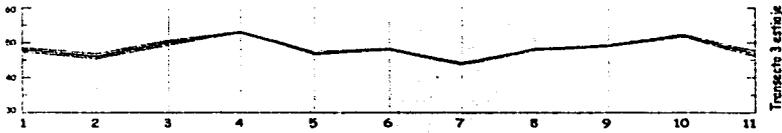
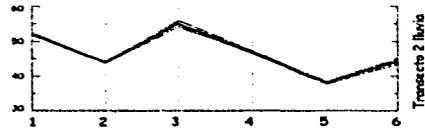
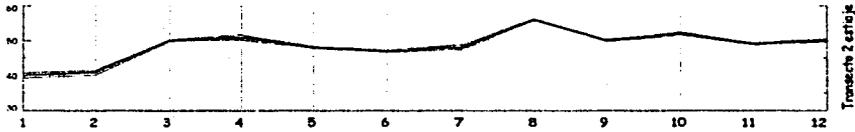
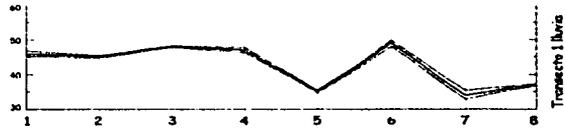
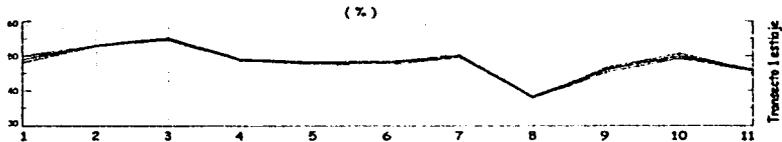
— Promedio

--- R. S.

# GRÁFICA 8

## TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE

### PORCENTAJE DE POROSIDAD (%)



**SIMBOLOGIA**

Promedio ———

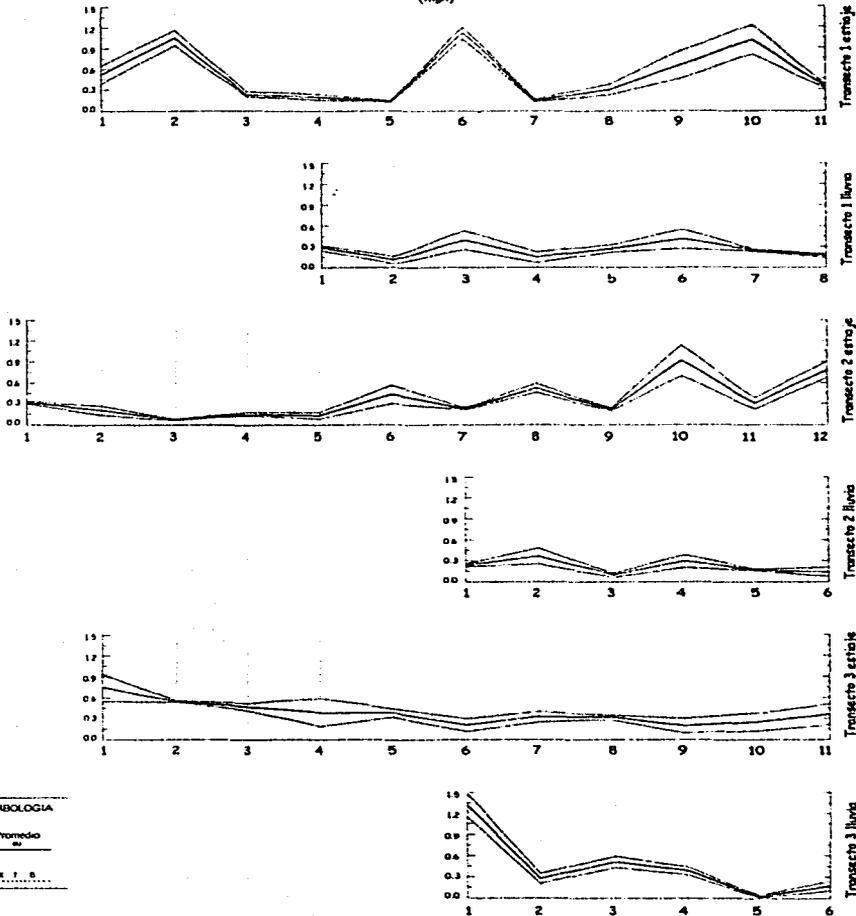
E I S ······

# GRÁFICA 9

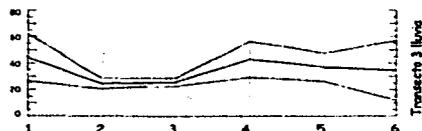
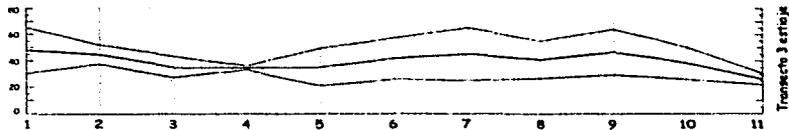
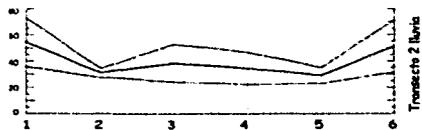
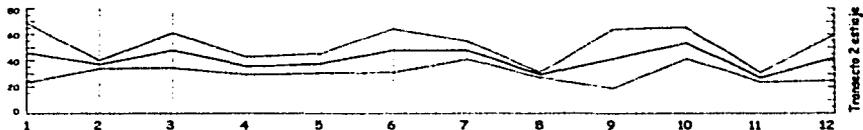
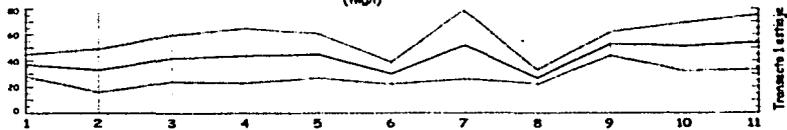
## TRANSECTOS 1 A 3, Lluvias y ESTIAJE

### NITRÓGENO TOTAL

(mg/l)



GRÁFICA 10  
 TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE  
 FÓSFORO TOTAL  
 (mg/l)



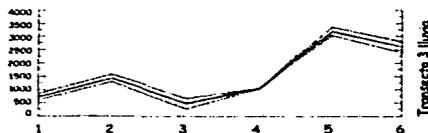
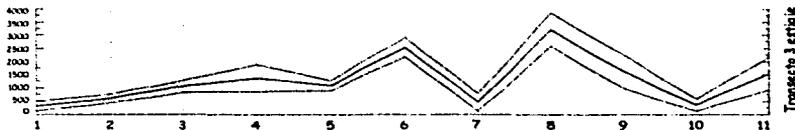
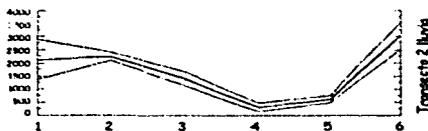
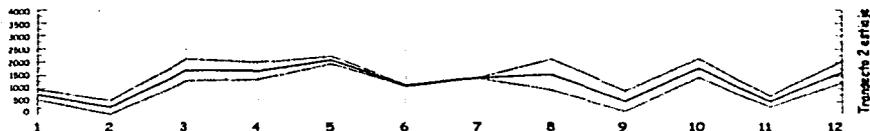
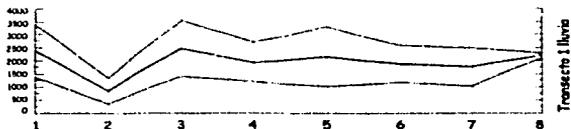
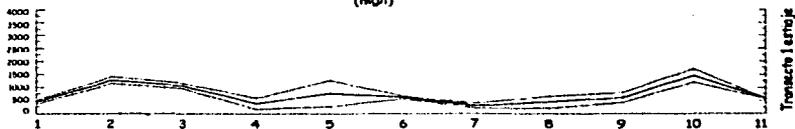
SIMBOLOGIA  
 Promedio  
 —  
 —  
 - - - - -

# GRÁFICA 11

## TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE

### FÓSFORO EXTRACTABLE

(mg/l)



SIMBOLOGIA

Promedio

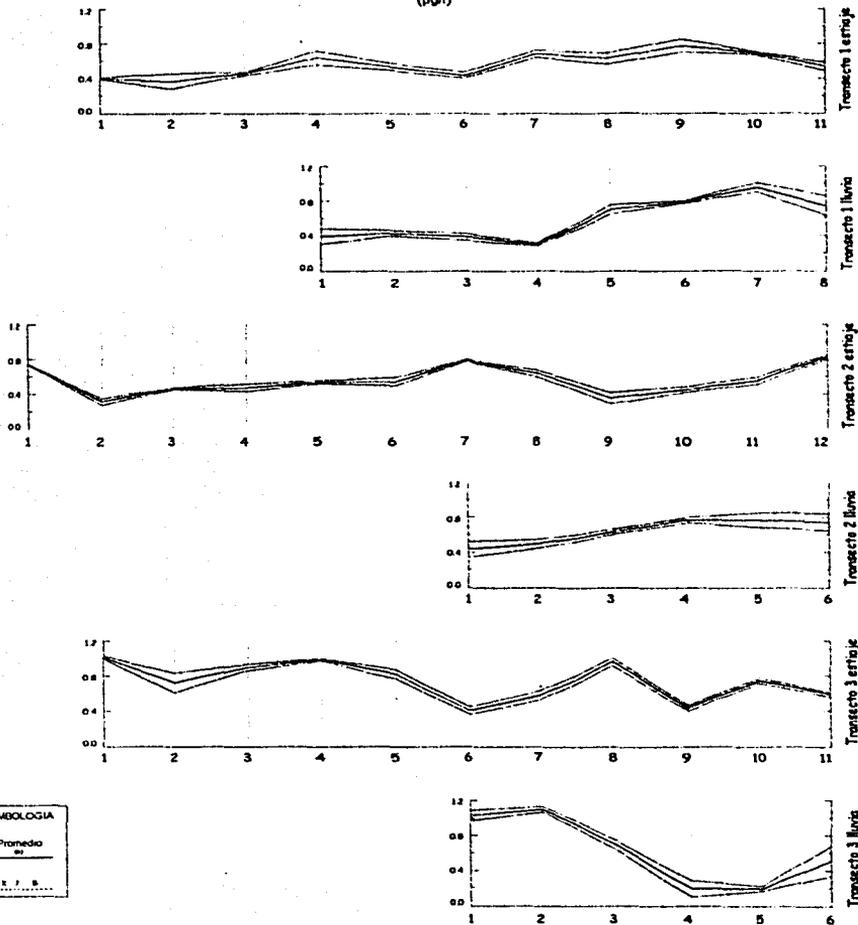
S F B

# GRÁFICA 12

## TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE

### POTASIO TOTAL

(µg/l)



**SIMBOLOGIA**

Promedio  
———

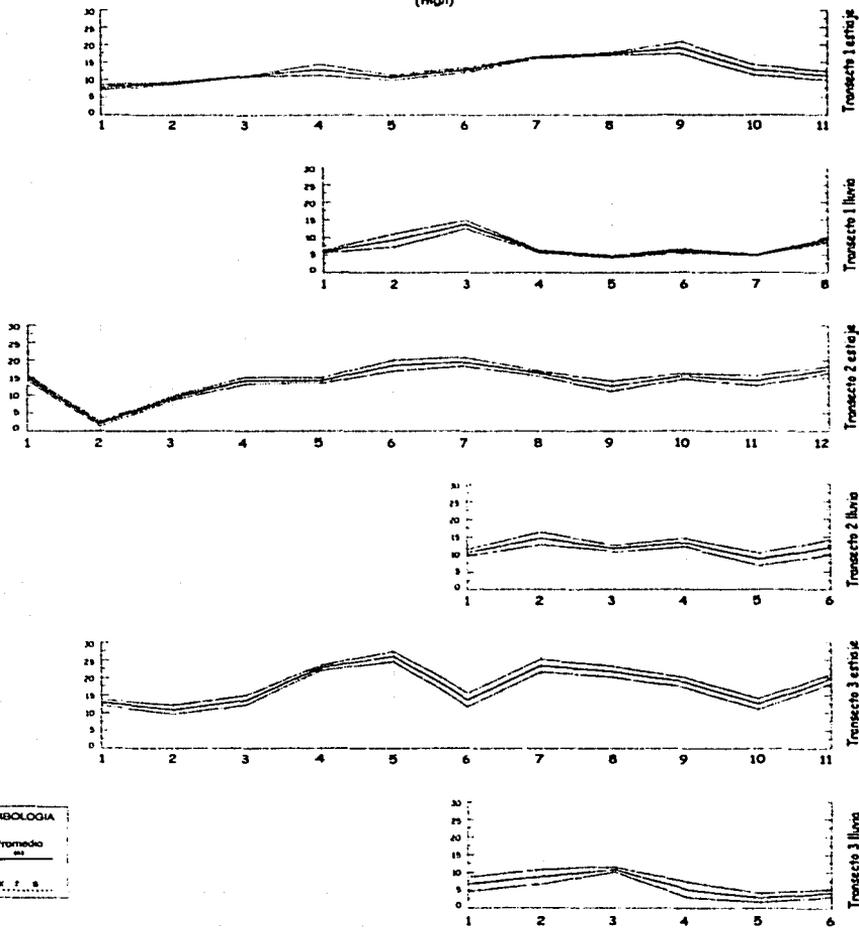
E F B  
- - - - -

# GRÁFICA 13

## TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE

### POTASIO EXTRACTABLE

(mg/l)



**SIMBOLOGIA**

— Promedio —

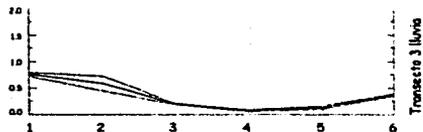
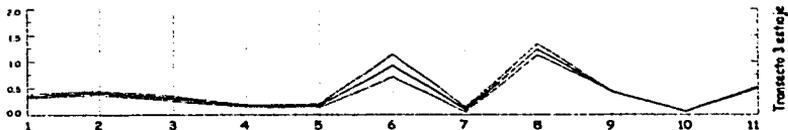
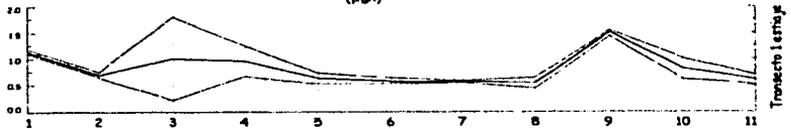
..... V. P. S.

# GRÁFICA 14

## TRANSECTOS 1 A 3, Lluvias y ESTIAJE

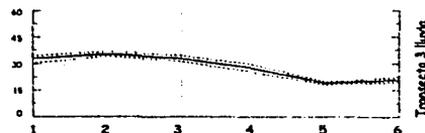
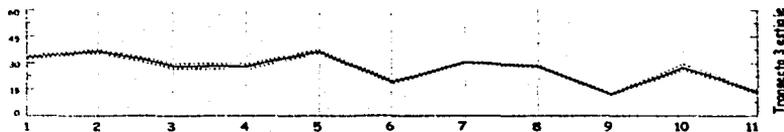
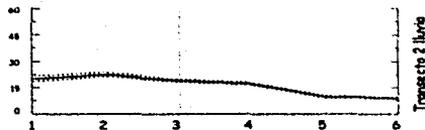
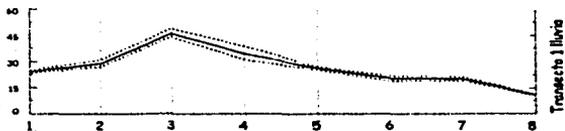
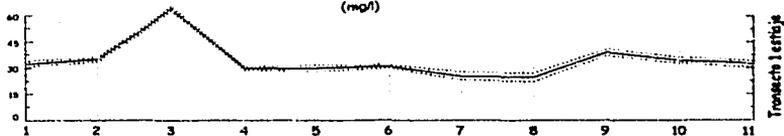
### CALCIO TOTAL

(µg/l)



GRÁFICA 15  
 TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE  
 CALCIO EXTRACTABLE

(mg/l)



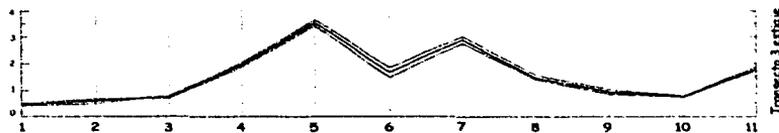
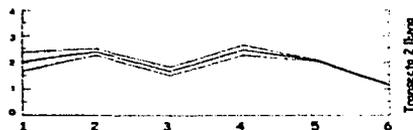
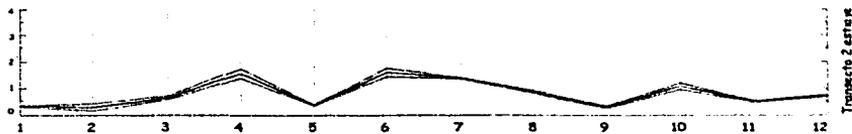
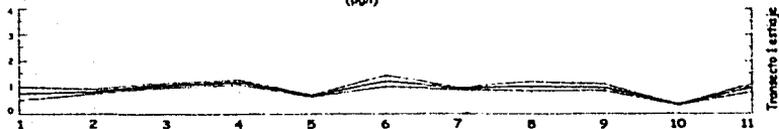
SIMBOLOGIA  
 Promedio  
 3, 7, 8

# GRÁFICA 16

## TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE

### SODIO TOTAL

(µg/l)



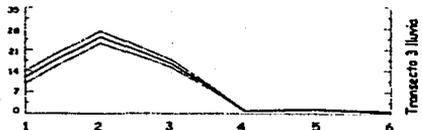
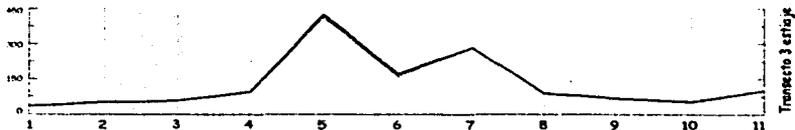
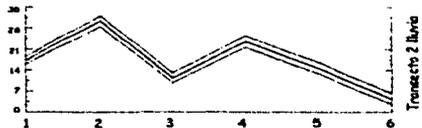
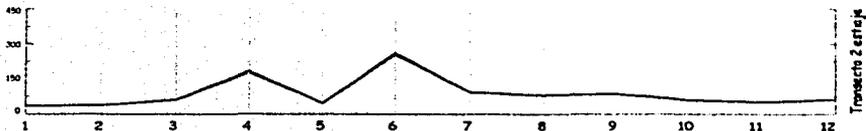
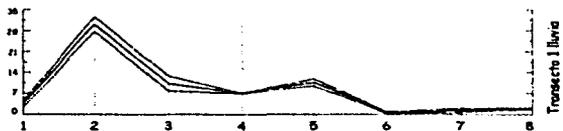
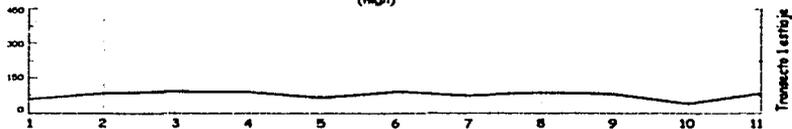
<b>SIMBOLOGIA</b>
Promedio
—
X F S

# GRÁFICA 17

## TRANSECTOS 1 A 3, LLUVIAS Y ESTIAJE

### SODIO EXTRACTABLE

(mg/l)



SIMBOLOGIA

Promedio

1 1 8



# **ANEXO IV**

## **LÁMINAS**

LÁMINA 1  
DISTRIBUCIÓN DE RELEVES, DE ACUERDO CON ANÁLISIS DE ORDENACIÓN  
TRANSECTOS 1, 2 Y 3 ESTIAJE Y LLUVIA

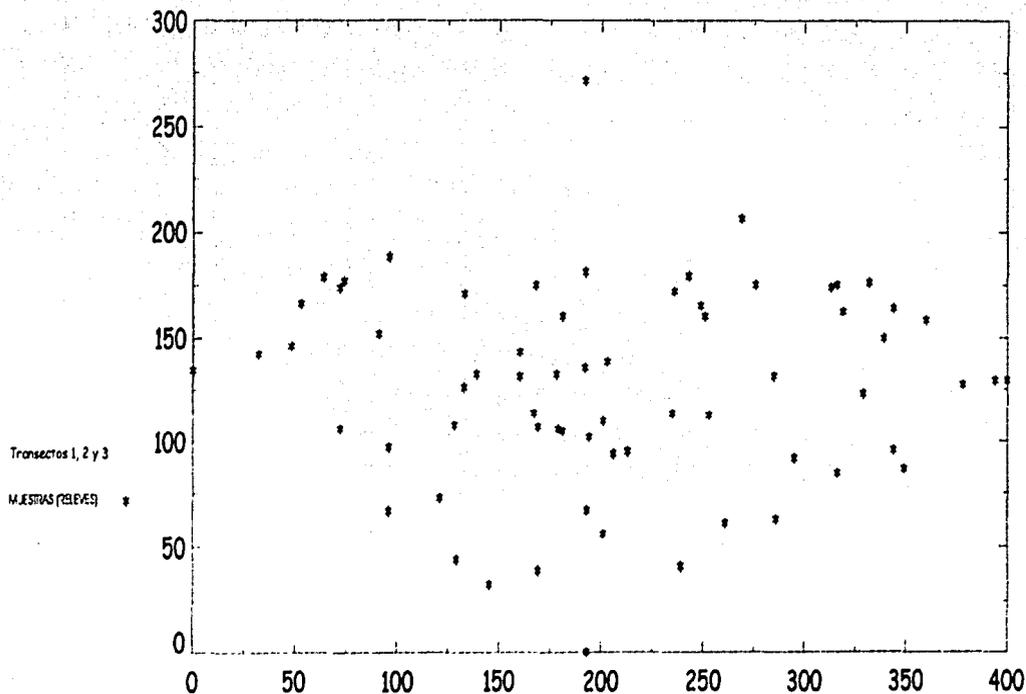


LÁMINA 2  
 DISTRIBUCIÓN DE RELEVES, DE ACUERDO CON ANÁLISIS DE ORDENACIÓN  
 TRANSECTOS 1, 2 Y 3 ESTIAJE Y LLUVIA

Estiaje Lluvia

T. 1	↑	↑
T. 2	↓	↓
T. 3	/	E

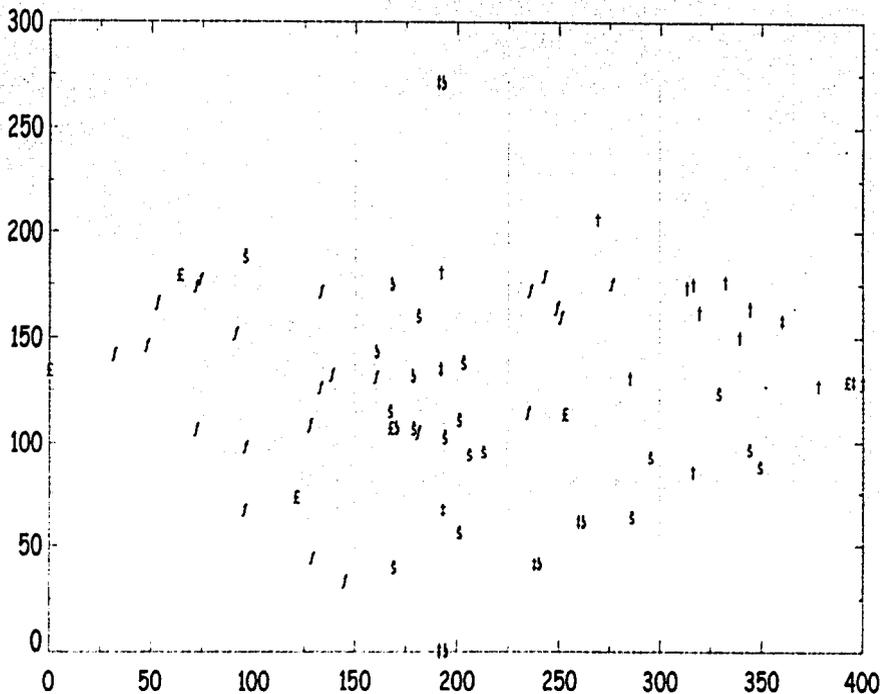


LÁMINA 3  
DISTRIBUCIÓN DE RELEVES, DE ACUERDO CON ANÁLISIS DE ORDENACIÓN  
TRANSECTO 3 ESTIAJE Y LLUVIA  
DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS

Estiaje Lluvia

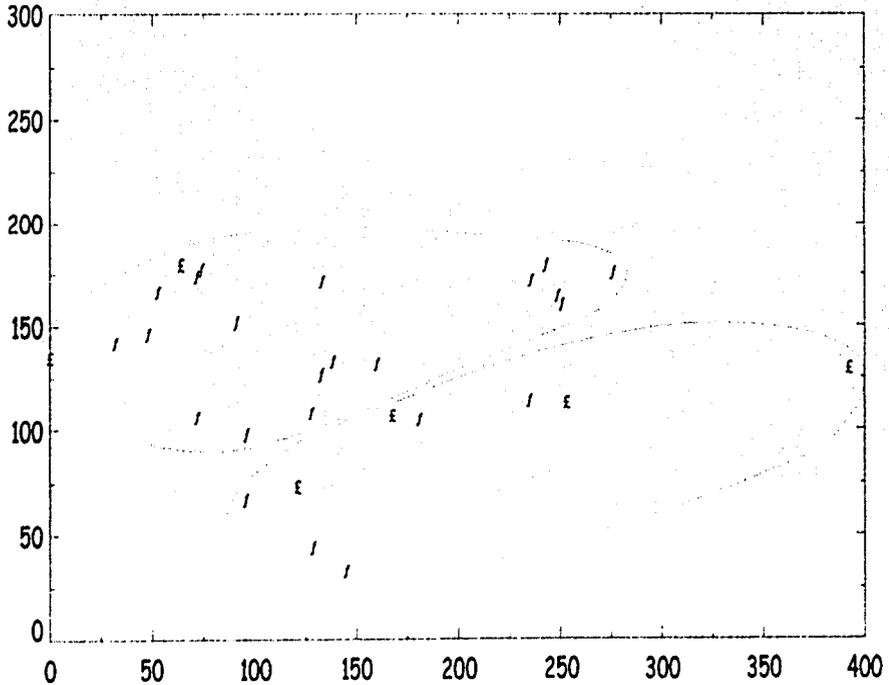


LÁMINA 4  
DISTRIBUCIÓN DE RELEVES, DE ACUERDO CON ANÁLISIS DE ORDENACIÓN  
TRANSECTO 1 ESTAJE Y LLUMA  
DISTANCIA RESPECTO AL CUERPO DE AGUA

Transecto 1  
Distancia al cuerpo de agua

de 0 a 69 m □  
de 70 a 89 m †  
de 90 a 115 m §  
de 116 a 125 m ((  
de 126 a 136 m ○

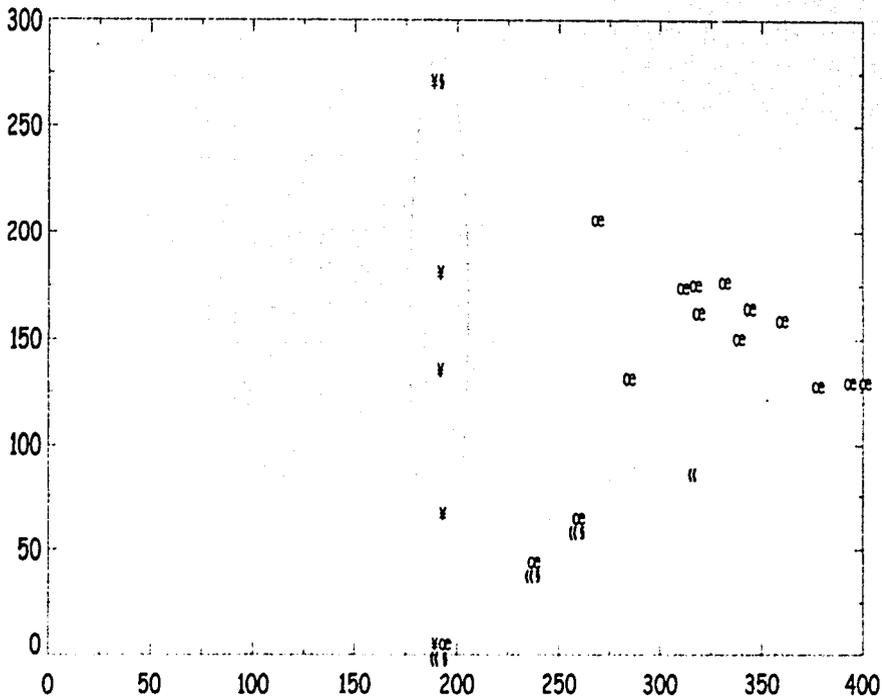


LÁMINA 5  
 DISTRIBUCIÓN DE RELEVES, DE ACUERDO CON ANÁLISIS DE ORDENACIÓN  
 TRANSECTO 2 ESTIAJE Y LLUVIA  
 DISTANCIA AL CUERPO DE AGUA

Transecto 1  
 Distancia al cuerpo de agua

de 0 a 69 m	□
de 70 a 89 m	⊗
de 90 a 115 m	§
de 116 a 125 m	⌞
de 126 a 136 m	⊕

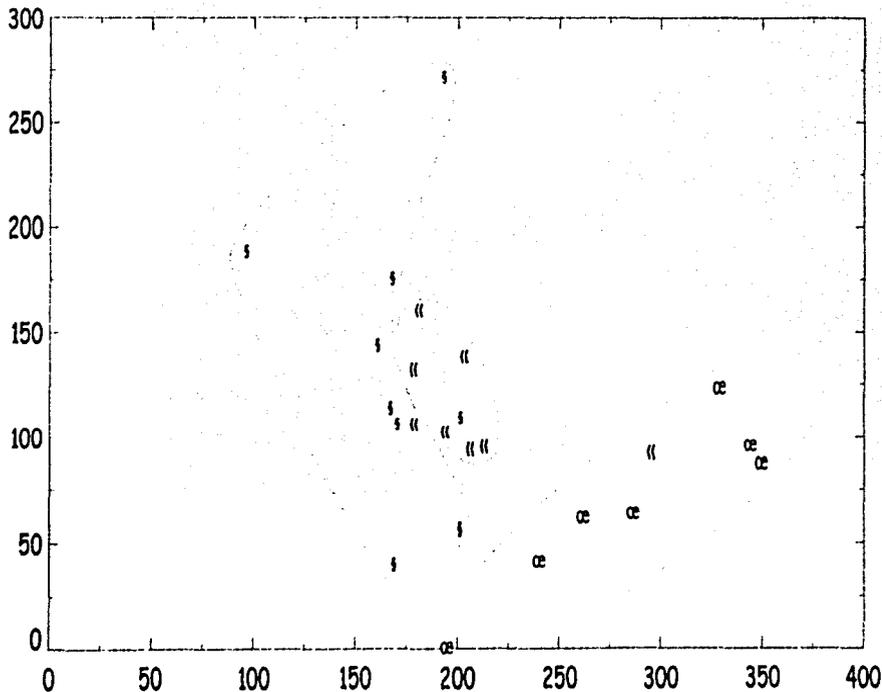


LÁMINA 6  
 DISTRIBUCIÓN DE RELEVES, DE ACUERDO CON ANÁLISIS DE ORDENACIÓN  
 TRANSECTO 3 ESTIAJE Y LLUVIA  
 DISTANCIA AL CUERPO DE AGUA

Transecto 1

Distancia al cuerpo de agua

- de 0 a 69 m □
- de 70 a 89 m √
- de 90 a 115 m §
- de 116 a 125 m ((
- de 126 a 136 m oe

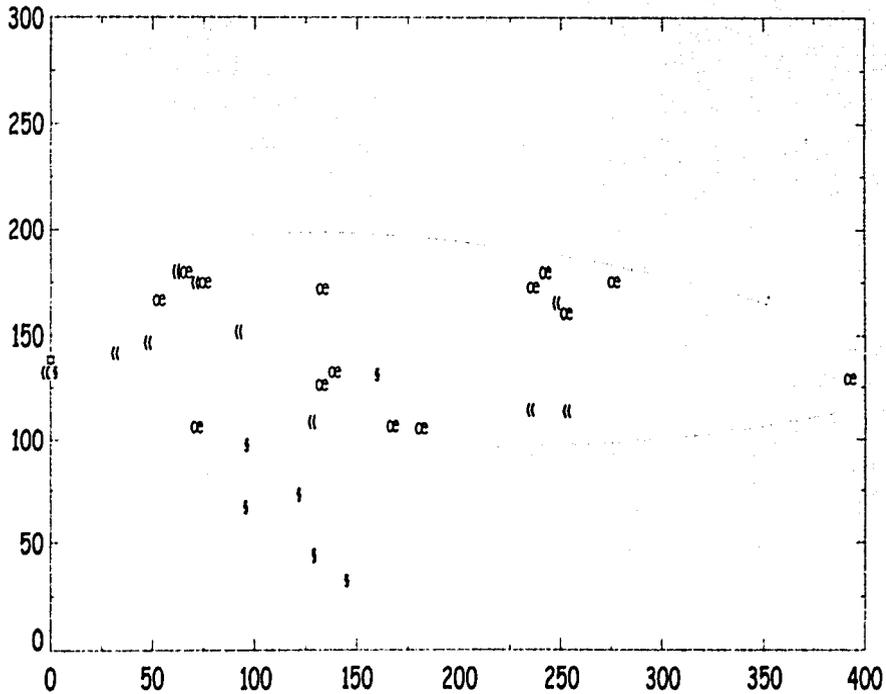


LÁMINA 7  
 DISTRIBUCIÓN DE RELEVES, DE ACUERDO CON ANÁLISIS DE ORDENACIÓN  
 TRANSECTOS 1, 2 Y 3 ESTIAJE Y LLUVIA

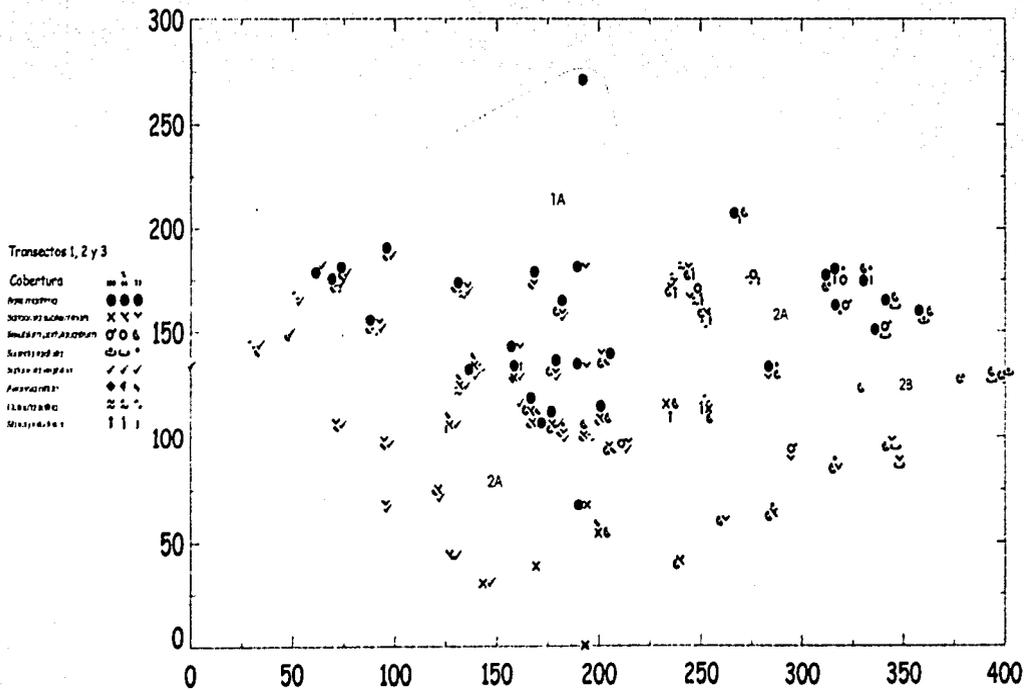




LÁMINA 9  
DISTRIBUCIÓN DE *Avicenia nitida* y *Suaeda taxifolia*, DE ACUERDO CON ANÁLISIS DE ORDENACIÓN  
TRANSECTOS 1, 2 Y 3 ESTAJE Y LLUVIA

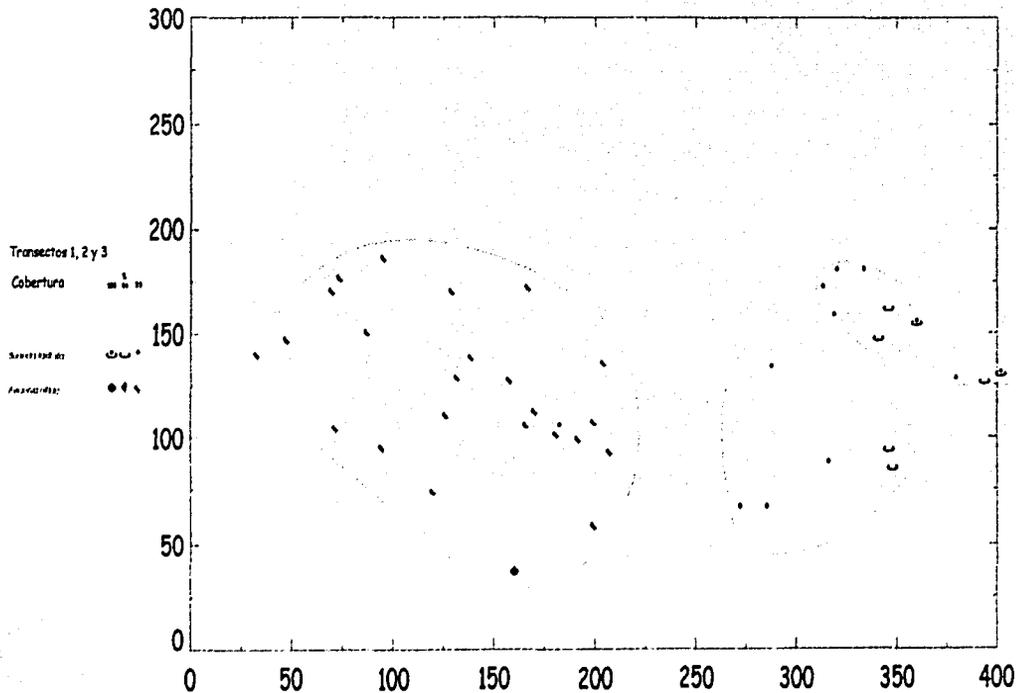


LÁMINA 10  
DISTRIBUCIÓN DE *Sesuvium portulacastrum* y *Salicornia virginica*, DE ACUERDO CON ANÁLISIS DE ORDENACIÓN  
TRANSECTOS 1, 2 Y 3 ESTIAJE Y LLUVIA

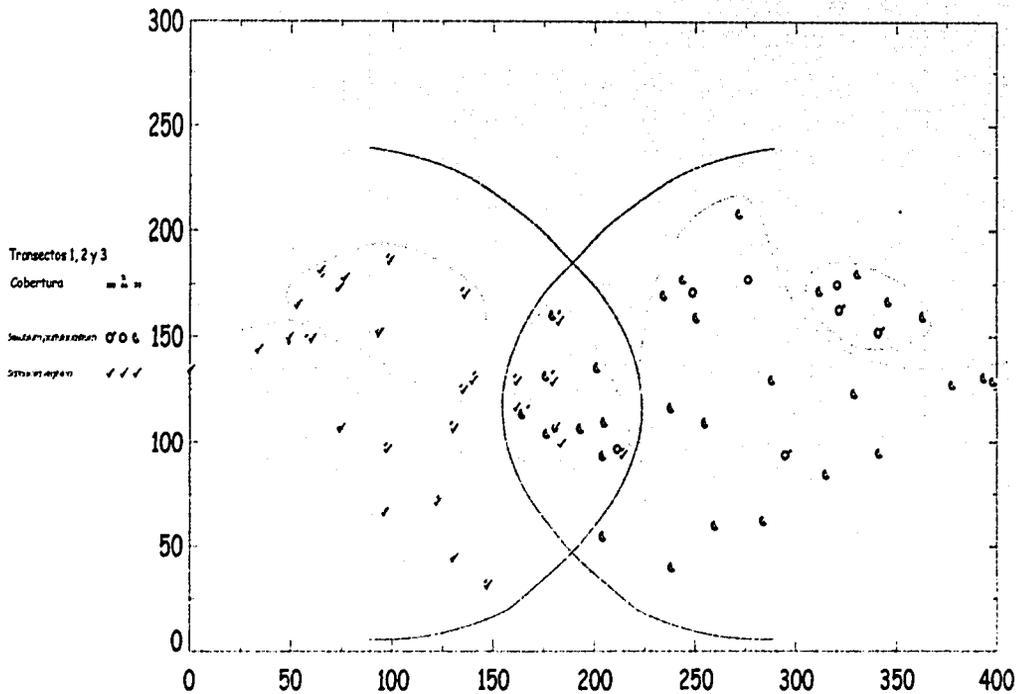


LÁMINA 11  
 DISTRIBUCIÓN DE *Scirpus paludosus* y *Cuscuta salina*, DE ACUERDO CON ANÁLISIS DE ORDENACIÓN  
 TRANSECTOS 1, 2 Y 3 ESTAJE Y LLUMA

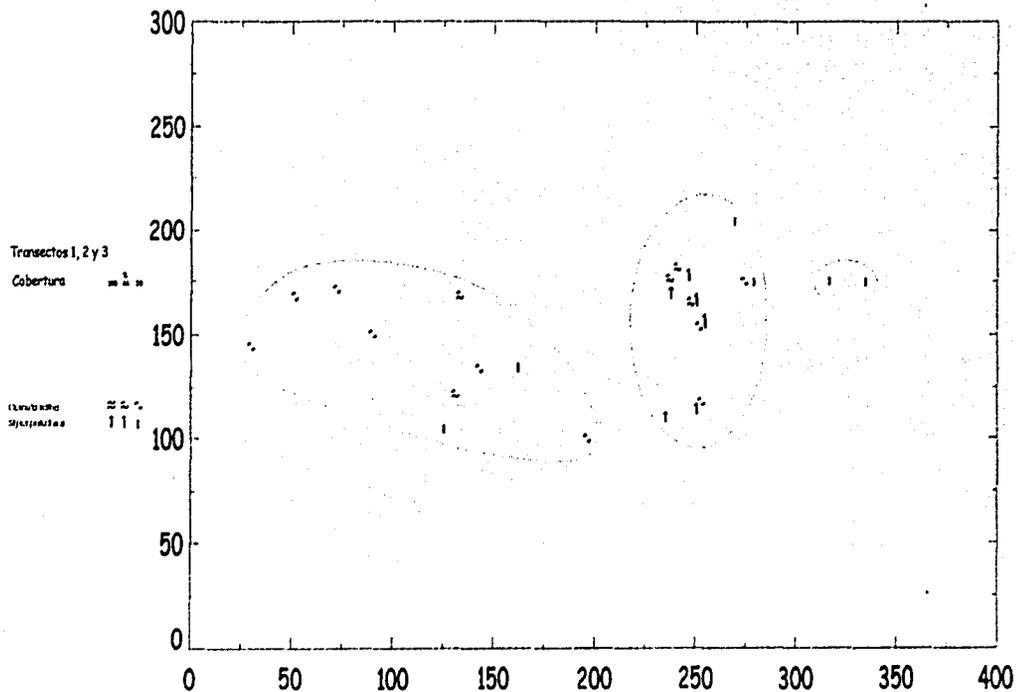


LÁMINA 12  
 DISTRIBUCIÓN DE *S. virginica* y *A. nitida*, DE ACUERDO CON ANÁLISIS DE ORDENACIÓN  
 TRANSECTOS 1, 2 Y 3 ESTIAJE Y LLUVIA

