

03067

1  
2 ej



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

UNIDAD ACADEMICA DE LOS CICLOS  
PROFESIONAL Y DE POSGRADO  
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología

ESPECIALIZACION MAESTRIA Y DOCTORADO  
EN CIENCIAS DEL MAR

DINAMICA HIDROLOGICA Y ANALISIS DE PARAMETROS  
FISICO - QUIMICOS EN EL ECOSISTEMA FLUVIO -  
DELTAICO - LAGUNAR - ESTUARINO DEL RIO PALIZADA,  
CAMPECHE.

T E S I S

Que para obtener el grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS DEL MAR  
( Oceanografía Biológica y Pesquera )

presenta

**CESAR FUENTES YACO**

México, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1990



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

## INDICE

	PÁGINA
RESUMEN	1
CAPITULO I	
INTRODUCCION	3
I.I. HIPÓTESIS DE TRABAJO	7
I.II. OBJETIVOS	7
I.III. ANTECEDENTES	9
CAPITULO II	
LA REGION DE ESTUDIO	11
CAPITULO III	
METODOLOGIA	19
III.I. VARIABLES AMBIENTALES	19
III.I.I. ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO LARGAS	19
III.I.II. DESARROLLO DEL MODELO ESQUEMÁTICO	21
III.I.III. MEDICIONES SIMULTÁNEAS	21
III.I.IV. AJUSTE POLINOMIAL DE VARIABLES AMBIENTALES	22
III.II. PARÁMETROS HIDROLÓGICOS	22
III.III. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS	24

## CAPITULO IV

RESULTADOS	26
IV.I. VARIABLES AMBIENTALES	26
IV.I.I. ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO LARGAS	26
IV.I.II. DESARROLLO DEL MODELO ESQUEMÁTICO	29
IV.I.III. MEDICIONES SIMULTÁNEAS	33
IV.I.IV. AJUSTE POLINOMIAL DE PARÁMETROS AMBIENTALES	33
IV.II. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	37
IV.II.I. REGISTROS GLOBALES TOTALES	39
IV.II.II. DINÁMICA HIDROLÓGICA GLOBAL	46
IV.II.III. REGISTROS POR AMBIENTES ECOLÓGICOS	50
IV.II.IV. INFLUENCIA DE MAREA Y FLUVIAL	57
IV.II.V. PROCESOS BIOQUÍMICOS	57
IV.III. COMUNIDADES ECOLÓGICAS	57
IV.III.I. DINÁMICA TEMPORAL	60
IV.III.II. DINÁMICA ESPACIAL	61

## CAPITULO V

DISCUSION	64
VI.I. VARIABLES AMBIENTALES	64
VI.I.I. SERIES DE TIEMPO	64
VI.I.II. MODELO ESQUEMÁTICO	69
VI.I.III. AJUSTE POLINOMIAL DE VARIABLES AMBIENTALES	73

VII.	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	74
VII.I.	SALINIDAD	75
VII.II.	TRANSPARENCIA	76
VII.III.	TEMPERATURA	77
VII.IV.	PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO	78
VII.V.	POTENCIAL HIDRÓGENO	79
VIII.	CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS	79
VIII.I.	VARIACIÓN ESPACIAL	80
VIII.II.	VARIACIÓN TEMPORAL	84

## CAPITULO VI

CONCLUSIONES	87
BIBLIOGRAFIA	91

## RESUMEN

LAS CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DEL SISTEMA FLUVIO - DELTÁICO - LAGUNAR - ESTUARINO DEL RÍO PALIZADA (SFDLERP), LOCALIZADO EN LA PLANICIE COSTERA DEL GOLFO DE MÉXICO, PERMITE LA INTERACCIÓN DE DIVERSAS VARIABLES FÍSICAS QUE DETERMINAN SU HIDRODINÁMICA Y BIOTA.

PARA SU ESTUDIO, SE CONSTRUYERON SERIES DE TIEMPO CON REGISTROS DIARIOS DE LA DESCARGA DEL RÍO USUMACINTA MEDIDOS EN LA ESTACIÓN 'BOCA DEL CERRO', TABASCO DE LA SARH(39 AÑOS), EL NIVEL DEL MAR EN CIUDAD DEL CARMEN, CAMPECHE (26 AÑOS), MAGNITUD Y DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS DOMINANTES (4 AÑOS) Y PRECIPITACIÓN REGIONAL (10 AÑOS); QUE PERMITIERON DESARROLLAR UN MODELO ESQUEMÁTICO, EL CUAL RESUMIÓ LA INFORMACIÓN Y COADYUVÓ EN LA INTERPRETACIÓN DE LAS VARIACIONES ESPACIO - TEMPORALES DE LOS SIGUIENTES PARÁMETROS HIDROLÓGICOS: SALINIDAD, TRANSPARENCIA, TEMPERATURA, OXÍGENO DISUELTOS Y POTENCIAL HIDRÓGENO; REGISTRADOS DURANTE 18 CAMPAÑAS MENSUALES EN EL SFDLERP, ENTRE SEPTIEMBRE DE 1985 Y MARZO DE 1987.

EL BALANCE DEL EFECTO FLUVIAL Y ESTUARINO MOSTRÓ UNA DOMINANCIAS DE LAS CONDICIONES DULCEACUÍCOLAS, CARACTERIZÁNDOLO COMO UN ECOSISTEMA NETAMENTE EXPORTADOR; SIN EMBARGO, AUNQUE LA CONTRIBUCIÓN MARINA ES MENOR, MODIFICÓ ESPACIO - TEMPORALMENTE EL SISTEMA PARA SU TRANSFORMACIÓN PARCIAL HACIA CARACTERÍSTICAS ESTUARINAS.

LA DIVERSIDAD DE HÁBITATS CREADOS POR LA DINÁMICA HIDROLÓGICA, SOSTIENE UNA ABUNDANTE Y VARIADA COMUNIDAD DE PRODUCTORES PRIMARIOS REPRESENTADOS POR VEGETACIÓN DULCEACUÍCOLA SUMERGIDA (DE LA CUAL *Vallisneria americana* APORTA EL 90 % DE LA BIOMASA), BOSQUES DE MANGLAR, HIDROFITAS LITORALES Y FLOTANTES, Y FITOPLANCTON; QUE SIGNIFICAN UN IMPORTANTE SUBSIDIO DE ENERGÍA METABÓLICA PARA LOS ECOSISTEMAS ADYACENTES (LAGUNA DE TÉRMINOS Y GOLFO DE MÉXICO).

LA ALTA PRODUCCIÓN PRIMARIA Y DIVERSIDAD DE HÁBITATS PERMITE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA POR UNA ABUNDANTE MACROFAUNA. DE LA CUAL LOS PECES SON LOS COMPONENTES CON MAYOR BIOMASA. LOS PECES ESTUARINOS SON LOS MEJOR REPRESENTADOS YA QUE REALIZAN EN ÉL LA MAYOR PARTE DE SU CICLO DE VIDA; ALGUNOS PECES CON DEPENDENCIA ESTUARINA PENETRAN A LAS PARTES BAJAS; Y LOS PECES DULCEACUÍCOLAS HABITAN PERMANENTEMENTE LA REGIÓN ALTA. EN EL SFDLERP, LA ICTIOFAUNA REALIZA DIVERSAS FUNCIONES QUE INVOLUCRAN ASPECTOS DE REPRODUCCIÓN, CRIANZA, ALIMENTACIÓN Y PROTECCIÓN.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

LOS ESTUDIOS EN LA ZONA COSTERA SON DE ESPECIAL COMPLEJIDAD, YA QUE CORRESPONDE A UN AMPLIO ESPACIO DE INTERACCIONES BIÓTICAS Y ABIÓTICAS ENTRE EL MAR, LA TIERRA, LAS AGUAS EPICONTINENTALES Y LA ATMÓSFERA, A LO CUAL SE AGREGA LA INFLUENCIA DEL HOMBRE COMO AGENTE TRANSFORMADOR DE PRIMERA MAGNITUD.

UNA CARACTERÍSTICA FUNDAMENTAL DE LA ZONA COSTERA, ES LA EXISTENCIA DE GRADIENTES ECOLÓGICOS QUE VINCULAN LOS ECOSISTEMAS ADYACENTES A TRAVÉS DE FRONTERAS DINÁMICAS. EN SU CONCEPCIÓN MÁS AMPLIA, ESTOS GRADIENTES INVOLUCRAN CUATRO SUBSISTEMAS PRINCIPALES: RÍO - PANTANO - ESTUARIO - MAR (RPEM).

LA DINÁMICA DEL COMPLEJO ECOLÓGICO CONSTITUIDO POR DICHS SUBSISTEMAS ESTÁ MODULADA EN GRAN MEDIDA POR EL BALANCE ENERGÉTICO RÍO - MAR. A SU VEZ, LA SALIDA DE AGUA DULCE AL MAR Y LA PENETRACIÓN DE AGUA MARINA A LAS CUENCAS COSTERAS Y A LOS RÍOS, SON EVENTOS REGIDOS POR LA INTERACCIÓN DE DIVERSAS VARIABLES FÍSICAS ENTRE LAS QUE DESTACAN : LA DESCARGA FLUVIAL, LA GEOMORFOLOGÍA, EL RÉGIMEN PLUVIAL, EL PATRÓN DE VIENTOS DOMINANTES Y LA VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR POR EFECTO DE LAS MAREAS, ENTRE OTRAS.



LA INTERACCIÓN DE ESTAS VARIABLES SOBRE LOS SUBSISTEMAS, CONJUNTAMENTE CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS COMUNIDADES QUE LOS HABITAN, LES CONFIEREN PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS Y BIÓTICAS PARTICULARES. POR ELLO, LAS VARIACIONES INTERANUALES DE LA INTERACCIÓN CONJUNTA DE LAS VARIABLES FÍSICAS DESCRITAS, DELIMITA AMBIENTES ECOLÓGICOS DIFERENTES EN TIEMPO Y ESPACIO, DENTRO DE LOS SUBSISTEMAS COSTEROS.

EN ZONAS COSTERAS TROPICALES CON FUERTE INFLUENCIA FLUVIAL, LA DINÁMICA *RPEM*, PROPICIA LA FORMACIÓN DE PANTANOS DULCEACUÍCOLAS INFLUENCIADOS POR LA MAREA, LOS CUALES EN ÉPOCA DE LLUVIAS TIENEN UN CARÁCTER MARCADAMENTE FLUVIAL Y EXPORTADOR, MIENTRAS QUE EN ÉPOCAS DE SECAS, SE MANIFIESTA EN ELLOS UNA CLARA INFLUENCIA MARINA. LA DINÁMICA PARTICULAR DE ESTOS ECOSISTEMAS, DETERMINA QUE TENGAN ELEVADOS NIVELES DE PRODUCTIVIDAD Y UNA GRAN DIVERSIDAD DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE, LO CUAL LES CONFIERE UN ESPECIAL VALOR ECOLÓGICO *per se*, COMO HÁBITAT CRÍTICO, PERO ASÍ MISMO PARA LOS SUBSISTEMAS ESTUARINO Y MARINO ADYACENTES, EN FUNCIÓN DEL EFECTO DE LOS MATERIALES AUTÓCTONOS Y ALÓCTONOS QUE EXPORTAN MASIVAMENTE EN ÉPOCAS DE ALTA DESCARGA FLUVIAL (ROJAS - GALAVÍZ *et. al.* 1989).

DE ESTA MANERA, LOS PANTANOS DULCEACUÍCOLAS INFLUENCIADOS POR LA MAREA, TIENEN UN PAPEL PRIMORDIAL COMO REGULADORES ENERGÉTICOS, RECIBIENDO Y EXPORTANDO MATERIALES FUNDAMENTALES PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS ADYACENTES AGUAS ABAJO (IOC, 1984, ODUM, 1980, MADDEN, *et. al.* 1988, MANN, 1988).

POR SU COMPLEJA DINÁMICA, LA COMPRESIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE ESTOS VALIOSOS SUBSISTEMAS, IMPLICA NECESARIAMENTE CONOCER LAS CARACTERÍSTICAS ABIÓTICAS QUE FORMAN LA MATRÍZ DINÁMICA EN LA QUE SE DESARROLLAN, ASÍ COMO EL BALANCE DE LAS MASAS DE AGUA Y LAS VARIACIONES EN LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS QUE ELLO IMPLICA, A FIN DE IDENTIFICAR SU APORTACIÓN AL SUMINISTRO DE NUTRIENTES Y MATERIA ORGÁNICA, DETERMINANTES FUNDAMENTALES PARA LA PRODUCTIVIDAD GLOBAL DEL COMPLEJO RPEH (DYER, 1973; BURTON AND LISS, 1976; BOTELLO, 1978; GOSSELINK *et. al.*, 1978; LEPAGE AND INGRAM, 1988; KJERVE *et. al.*, 1988).

LAS INVESTIGACIONES ECOLÓGICAS ACERCA DE LOS PANTANOS COSTEROS SE INICIÓ EN ZONAS TEMPLADAS Y FRÍO-TEMPLADAS (ODUM, 1957; TEAL, 1957). HASTA 1980, LOS ESTUDIOS EN ECOSISTEMAS TROPICALES DE ESTE TIPO ERAN ESCASAS (GOPAL *et. al.*, 1982). EN NUESTRO PAÍS, ESTA RAMA DE LA ECOLOGÍA ESTUARINA SE INICIÓ EN LA DÉCADA DE LOS OCHENTA Y HA TENIDO UN FUERTE IMPULSO POR PARTE DEL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT), EN LOS AÑOS RECIENTES (ÁMEZCUA-LINARES Y YÁÑEZ-ÁRANCIBIA, 1980; YÁÑEZ-ÁRANCIBIA *et. al.*, 1982; VERA-HERRERA *et. al.*, 1988 a, b, c; ROJAS-GALAVIZ *et. al.*, 1988, 1989).

LOS ESTUDIOS SOBRE PANTANOS DULCEACUÍCOLAS INFLUENCIADOS POR LA MAREA, APOYADOS POR EL CONACYT, SE HAN REALIZADO EN LA REGIÓN DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE. DESDE EL PUNTO DE VISTA ECOLÓGICO, ESTA ES UNA REGION COMPLEJA Y DE INTENSA DINÁMICA, EN

ELLA. LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS SE DESARROLLAN SOBRE UNA EXTENSA ZONA DE SEDIMENTOS ALUVIALES CON DECLIVE MÍNIMO Y UNA ABUNDANTE FLORA ACUÁTICA Y LITORAL, LO CUAL FACILITA LA GENERACIÓN DE NUMEROSOS PANTANOS AISLADOS O INTERCONECTADOS, ASOCIADOS AL SISTEMA LAGUNAR - ESTUARINO DE LAGUNA DE TÉRMINOS, CUYA IMPORTANCIA HA SIDO REITERADAMENTE DESTACADA POR NUMEROSOS AUTORES (DAY *et. al.* 1982a; YÁÑEZ ARANCIBIA *et. al.* 1982; AYALA-CASTAÑARES *et. al.* 1984), ASÍ COMO EL ALTO RIESGO AL QUE ESTÁN SOMETIDOS POR EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA PETROLERA, LA GANADERÍA Y LA AGRICULTURA REGIONALES, ACTIVIDADES QUE IMPLICAN FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINANTES Y ALTERACIÓN ECOLÓGICA (BOTELLO Y MENDELEWICZ, 1988).

DICHOS ESTUDIOS, DENTRO DE LOS CUALES SE DESARROLLÓ ESTA TESIS, SE HAN CONCENTRADO EN LOS PANTANOS DEL SUBSISTEMA FLUVIO - DELTÁICO - LAGUNAR - ESTUARINO DEL RÍO PALIZADA (SFDLERP), QUE APORTA CERCA DEL 70 % DEL TOTAL DE AGUA DULCE QUE INGRESA A LA LAGUNA DE TÉRMINOS, CONSIDERADO COMO EL COMPLEJO ECOLÓGICO RPEH MÁS IMPORTANTE DEL SUR DEL GOLFO DE MÉXICO. POR SU MAGNITUD, LA DESCARGA FLUVIAL REFERIDA ES DETERMINANTE PARA NUMEROSOS PROCESOS ECOLÓGICOS EN ESTA REGIÓN, COMO SON: LA DINÁMICA SEDIMENTOLÓGICA, LA DINÁMICA HIDROLÓGICA, LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS Y LA PRODUCCIÓN PRIMARIA; A LOS CUALES SE ASOCIAN INTENSAMENTE LOS CICLOS DE VIDA DE LAS ESPECIES MARINAS CON DEPENDENCIA ESTUARINA, ESTUARINAS Y DULCEACUÍCOLAS QUE UTILIZAN AMPLIAMENTE ESTE COMPLEJO RPEH (FUENTES - YACO *et. al.*, 1988). CON BASE EN LO ANTERIOR, EL SFDLERP SE CONSIDERA EL

PRINCIPAL PUENTE ECOLÓGICO ENTRE LAS TIERRAS BAJAS DE LA PLANICIE COSTERA Y EL MAR EN ESTA REGIÓN DEL PAÍS (VERA-HERRERA *et. al.*, 1988 a; ROJAS-GALAVIZ *et. al.*, 1989).

## II.

### HIPÓTESIS DE TRABAJO

EL INTERCAMBIO DE AGUA DULCE Y SALOBRE EN EL SISTEMA FLUVIO - DELTÁICO - LAGUNAR - ESTUARINO DEL RÍO PALIZADA, DA ORIGEN A UN GRADIENTE HIDROLÓGICO QUE DETERMINA LA EXISTENCIA DE DIFERENTES AMBIENTES ECOLÓGICOS, IDENTIFICABLES DENTRO DEL MISMO, CUYAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS EN COLUMNA DE AGUA, VARIAN EN TIEMPO Y ESPACIO, PRINCIPALMENTE EN FUNCIÓN DE LA INTERACCIÓN DE LAS SIGUIENTES VARIABLES FÍSICAS: LA DESCARGA FLUVIAL, LOS CAMBIOS EN EL NIVEL DEL MAR, LOS VIENTOS DOMINANTES Y LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL.

## III.

### OBJETIVO GENERAL

DESCRIBIR LA MATRIZ DINÁMICA HIDROLÓGICA DEL SISTEMA FLUVIO - DELTÁICO - LAGUNAR - ESTUARINO DEL RÍO PALIZADA, A TRAVÉS DE LA EVALUACIÓN DEL BALANCE FLUVIO - MAREAL, CON BASE EN DATOS ORIGINALES Y EL ANÁLISIS DE DATOS DE SERIES DE TIEMPO LARGAS; ASÍ COMO, EL EFECTO DE DICHO BALANCE SOBRE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN LA COLUMNA DE AGUA, IDENTIFICADOS COMO DETERMINANTES DE LA VARIABILIDAD DE LA ESTRUCTURA DE LAS

COMUNIDADES QUE UTILIZAN EL SISTEMA FLUVIO - DELTÁICO - LAGUNAR  
- ESTUARINO DEL RÍO PALIZADA, A LO LARGO DEL CICLO ANUAL.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I) ELABORAR UN MODELO ESQUEMÁTICO DE LA DINÁMICA AMBIENTAL ANUAL DEL SISTEMA, CON BASE EN LA NORMALIZACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS REGISTROS Y DEFINIR, A TRAVÉS DE SU ANÁLISIS, LA MAGNITUD DE LA INFLUENCIA ESPACIO - TEMPORAL DE LAS SIGUIENTES VARIABLES FÍSICAS: LA DESCARGA FLUVIAL, LOS CAMBIOS EN EL NIVEL DEL MAR, LOS VIENTOS DOMINANTES Y LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL.
- II) EVALUAR EL GRADO DE INFLUENCIA DE LAS VARIABLES FÍSICAS REFERIDAS A TRAVÉS DE SU EFECTO SOBRE LA VARIABILIDAD INTERANUAL DE LOS PROMEDIOS EN COLUMNA DE AGUA, DE LOS SIGUIENTES PARÁMETROS: SALINIDAD, PORCENTAJE DE TRANSPARENCIA, TEMPERATURA, PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTUO Y POTENCIAL HIDRÓGENO.
- III) ANALIZAR ECOLÓGICAMENTE LOS RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE LA DINÁMICA ANUAL Y LA VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDROLÓGICOS, A TRAVÉS DE LA INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA EXISTENTE SOBRE LAS COMUNIDADES DE FLORA Y FAUNA DEL SISTEMA FLUVIO - DELTÁICO - LAGUNAR - ESTUARINO DEL RÍO PALIZADA Y DEL SISTEMA LAGUNAR - ESTUARINO DE LAGUNA DE TÉRMINOS.

## ANTECEDENTES

DEBIDO AL LIMITADO CONOCIMIENTO SOBRE LA DINÁMICA HIDROLÓGICA DE LOS PANTANOS TROPICALES DULCEACUÍCOLAS INFLUENCIADOS POR LA MAREA Y SU PAPEL ECOLÓGICO PARA LA ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES BIÓTICAS ESTUARINAS, SE PLANTEÓ SU ESTUDIO A TRAVÉS DE LOS PROYECTOS UNAM - CONACYT: *ECOLOGIA Y RECURSOS BIOTICOS EN SISTEMAS FLUVIO-DELTAICOS. Parte I "Evaluación de Recursos Bióticos y Ecología del Sistema Fluvio-Deltaico-Lagunar del Rio Palizada, Asociado a la Laguna de Terminos y a la Región Pesquero-Petrolera de la Sonda de Campeche, CLAVE (PCCNCNA - 031524)"*; y *Parte II "Función del Ecosistema y Vulnerabilidad de los Recursos Bióticos, CLAVE P218CCOC880358"* ESTOS ESTUDIOS FUERON REALIZADOS CONJUNTAMENTE POR LOS LABORATORIOS DE ECOLOGÍA FLUVIO-DELTÁICA DE LA ESTACIÓN 'EL CARMEN' EN CD. DE CARMEN, CAMPECHE; Y DE ICTIOLOGÍA Y ECOLOGÍA ESTUARINA, EN MÉXICO, D.F., AMBOS DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA DE LA UNAM. LA PARTICIPACIÓN DEL AUTOR DE ESTA TESIS DENTRO DEL PROYECTO REFERIDO, CONSTITUYEN LA FUENTE PRINCIPAL DE INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LA MISMA.

LOS ANTECEDENTES DE TRABAJOS REALIZADOS EN LA ZONA COSTERA DEL SUR DEL GOLFO DE MÉXICO, Y EN PARTICULAR DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS SON ABUNDANTES (ÁYALA CASTAÑARES *et. al.* 1984; YÁÑEZ-ARANCIBIA A. Y J. W. DAY, 1988). ENFOCADOS HACIA LA

HIDROLOGÍA E HIDRODINÁMICA DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS. PODEMOS MENCIONAR LOS DE GIERLOFF - EMDEN (1977), MANCILLA Y VARGAS (1980), DRESSLER (1981), GRAHAM *et. al.* (1981), FERNÁNDEZ *et. al.* (1983) Y VÁZQUEZ *et. al.* (1988). A TRAVÉS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS CON EL APOYO DEL CONACYT Y DE OTROS ANTECEDENTES ESPECÍFICOS, ES POSIBLE AFIRMAR QUE SE CUENTA YA CON INFORMACIÓN BÁSICA QUE REVELA LA IMPORTANCIA DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL *SFDLERP* PARA EL COMPLEJO LAGUNA DE TÉRMINOS - SONDA DE CAMPECHE. ALGUNAS PUBLICACIONES CLAVE EN TORNO A ESTE SISTEMA DE PANTANOS DULCEACUÍCOLAS INFLUENCIADOS POR LA MAREA SON: AMEZCUA-LINARES *et. al.* (1980), MORALES (1986), PÁEZ OSUNA *et. al.* (1987), VERA HERRERA *et. al.* (1988 *a, b, c, d*), Y DE ROJAS GALAVÍZ *et. al.* (1988, 1989); VÁZQUEZ-GUTIÉRREZ, 1988; VÁZQUEZ- BOTELLO, 1988). DENTRO DE ESTE MARCO DE REFERENCIA SE INSCRIBE LA PRESENTE TESIS, SOBRE EL CONOCIMIENTO DE LA ECOLOGÍA GENERAL DEL *SFDLERP*, Y EN PARTICULAR DE SU DINÁMICA HIDROLÓGICA.

## CAPITULO II

### LA REGION DE ESTUDIO

EL RÍO PALIZADA ES UN EFLUENTE DEL RÍO USUMACINTA. INICIA SU CURSO 7 km AGUAS ARRIBA DE LA POBLACIÓN DE JONUTA, TABASCO. EL SFDLERP, SE LOCALIZA EN LA PORCIÓN SUR-OESTE DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS (FIGURA 1) FRENTE A LA SONDA DE CAMPECHE. SU UBICACIÓN ESTÁ COMPRENDIDA ENTRE LOS  $18^{\circ} 51' 13''$  Y LOS  $18^{\circ} 29' 4''$  DE LATITUD NORTE Y ENTRE LOS  $91^{\circ} 44' 36''$  Y LOS  $91^{\circ} 51' 31''$  DE LONGITUD OESTE.

EL SISTEMA FLUVIO - DELTÁICO - LAGUNAR - ESTUARINO - DEL RÍO PALIZADA (FIGURA 2), SE CONSIDERA CONSTITUIDO POR:

- I) LA PORCIÓN FINAL Y DESEMBOCADURA DEL RÍO PALIZADA, FORMADA POR DOS RAMALES Y SUS DELTAS RESPECTIVOS.
- II) TRES LAGUNAS DENOMINADAS, DE SUR A NORTE: LAGUNA DEL VAPOR, LAGUNA DEL ESTE Y LAGUNA SAN FRANCISCO, CON UNA SUPERFICIE CONJUNTA APROXIMADA DE  $90.5 \text{ km}^2$ .
- III) LA DESEMBOCADURA DE TRES RÍOS SECUNDARIOS: LAS PIÑAS Y MARENTES QUE SE UNEN Y DRENAN EN LA PORCIÓN SUR DE LA LAGUNA DEL VAPOR, Y EL RÍO LAS CRUCES QUE DESEMBOCA EN LA PORCIÓN SURESTE DE LA LAGUNA DEL ESTE. LA LAGUNA SAN FRANCISCO NO CUENTA CON APORTES FLUVIALES DIRECTOS.



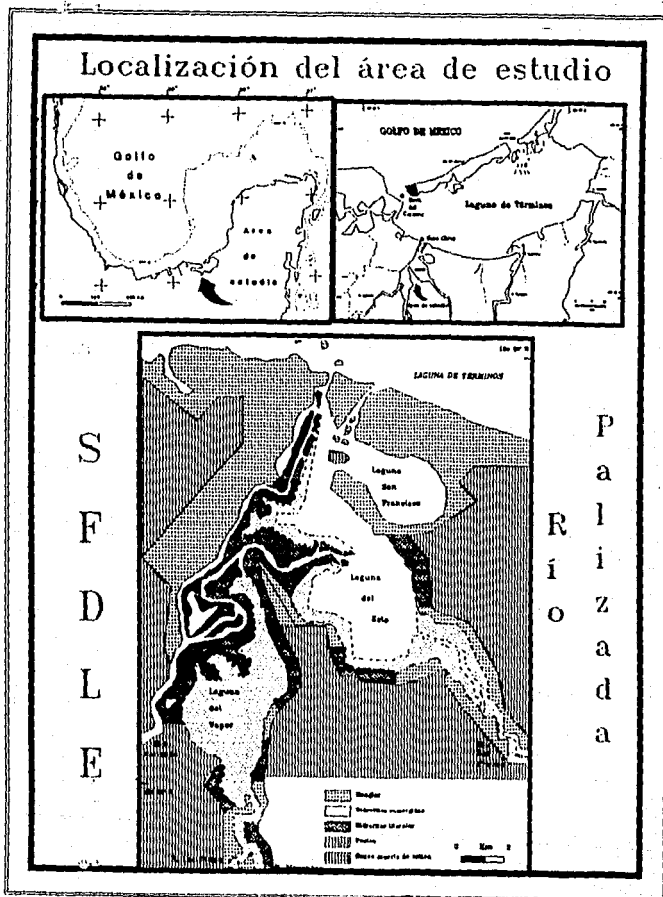


FIGURA 1.- LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

- IV) UNA CUENCA DE MEZCLA UBICADA FRENTE A LA DESEMBOCADURA DE LAS LAGUNAS DEL ESTE Y SAN FRANCISCO.
- V) LA CONEXIÓN CON LA LAGUNA DE TÉRMINOS CONSTITUIDA POR DOS CANALES, EL PRINCIPAL DENOMINADO BOCA CHICA, UBICADO AL OESTE.
- VI) UNA BARRERA INTERIOR QUE DIVIDE LAS LAGUNAS DEL ESTE Y SAN FRANCISCO, LLAMADA "PUNTA COCHINITOS".

EL SFDLERP QUEDA COMPRENDIDO EN UNA ZONA TROPICAL CON TEMPERATURAS ANUALES SUPERIORES A LOS  $26^{\circ}\text{C}$  Y PRECIPITACIONES ANUALES ENTRE 1100 Y 2000 mm; CLIMA TIPO *Amw* (CÁLIDO SUBHÚMEDO, ISOTERMAL, CON LLUVIAS EN VERANO). EN ESTA REGIÓN SE PRESENTAN TRES ÉPOCAS AMBIENTALES ASOCIADAS A CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS ESPECÍFICAS CUYOS PERÍODOS SON: LLUVIAS, DE JUNIO A OCTUBRE; NORTES, DE OCTUBRE A FEBRERO (VIENTOS DE INVIERNO); Y SECAS, DE FEBRERO A MAYO (PHLEGER Y AYALA-CASTAÑARES, 1971; GERLOFF-EMDEN, 1977; YANEZ-ÁRANCIBIA *et. al.*, 1983; VERA-HERRERA *et. al.*, 1988 a).

LAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL SFDLERP HAN SIDO DETERMINADAS POR VERA HERRERA *et. al.* (1988 b); INDICANDO QUE ES UNA CUENCA SOMERA EN RELACIÓN CON SU SUPERFICIE Y QUE DADA LA ORIENTACIÓN DE LOS EJES RESPECTO DE LOS VIENTOS DOMINANTES SE ESTABLECEN IMPORTANTES MECANISMOS DE DESPLAZAMIENTO Y MEZCLA DE LA COLUMNA DE AGUA. SUS PRINCIPALES PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS SON LOS SIGUIENTES: SUPERFICIE TOTAL (A) = 9029 Ha, ANCHO MEDIO = 2006 m, LÍNEA DE COSTA = 73835 m, PROFUNDIDAD MÁXIMA (Z max) =

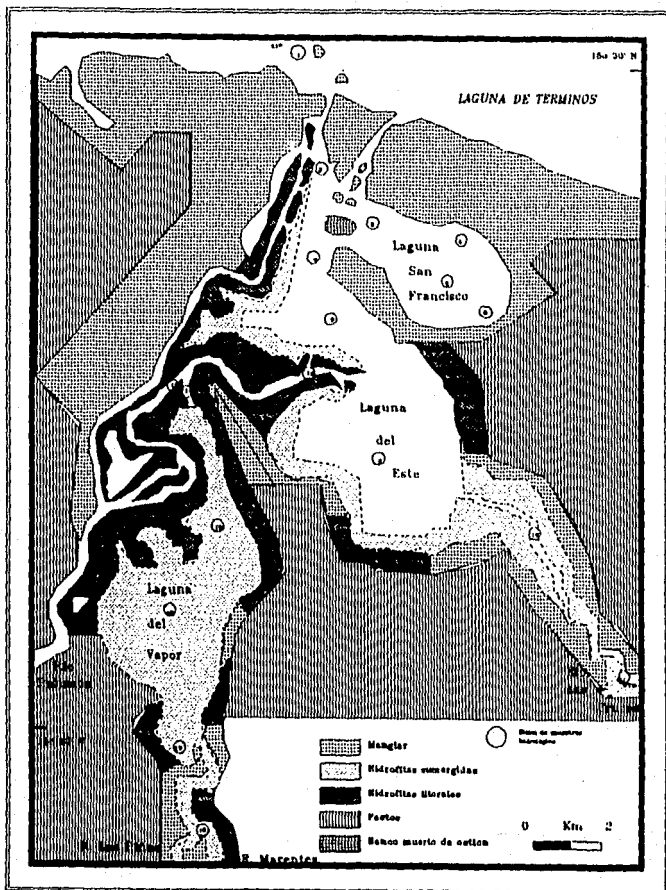


FIGURA 2.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA FLUVIO-DELTAICO-LAGUNAR-ESTUARINO DEL RÍO PALIZADA (SFDLERP), INDICANDO LOS SITIOS DE MUESTREO.

2.65 m. PROFUNDIDAD MEDIA (Z m) = 1.42 m. VOLÚMEN = 97.396.871 m<sup>3</sup>. DESARROLLO DE LÍNEA DE COSTA = 2.52. DESARROLLO DE VOLÚMEN = 1.61. RELACIÓN Z max/Zm = 0.54 Y RELACIÓN Z max/ A = 0.032.

LAS CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS DEL SFDLERP HAN SIDO REPORTADOS POR VERA-HERRERA et. al. (1988 a), QUIENES IDENTIFICARON EN LAGUNA DEL VAPOR PREDOMINANTEMENTE LIMOS Y LIMOS COMBINADOS PRINCIPALMENTE CON ARCILLAS. ARCILLAS-LIMOSAS Y PEQUEÑAS PORCIONES DE LIMOS COMBINADOS CON ARENAS Y ARCILLAS; EN LAS LAGUNAS DEL ESTE Y SAN FRANCISCO PRINCIPALMENTE LIMOS; Y EN LA CUENCA COMÚN LIMO-ARENAS (FIGURA 3).

EL SFDLERP. ES UN AMBIENTE TROPICAL. CUYAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E HIDROLÓGICAS LE PERMITEN SOPORTAR UNA BIOTA DIVERSA Y ABUNDANTE DURANTE TODO EL AÑO. LA CUAL HA SIDO REPORTADA POR VERA HERRERA et. al. (1988 a). ENTRE LAS COMUNIDADES REGISTRADAS DESTACAN LOS PRODUCTORES PRIMARIOS, QUE ESTÁN REPRESENTADOS POR CUATRO COMUNIDADES VEGETALES:

i) BOSQUES DE MANGLAR (FIGURA 2). CONSTITUIDOS POR MANGLE ROJO (*Rizophora mangle*), MANGLE BLANCO (*Laguncularia racemosa*), Y MANGLE NEGRO (*Avicennia germinans*).

ii) HIDROFITAS LITORALES Ó VEGETACIÓN PALUSTRE (FIGURA 2). REPRESENTADA POR MACROFITAS PERENNES EMERGENTES DE HOJAS FLOTANTES (*Nymphaea ampla*, *Nelumbo lutea*), JUNCOS (*Phragmites*, *Panicum*, *Echinochloa*), TULES (*Typha latifolia*), OTRAS HERBÁCEAS Y PASTOS ANUALES Y PERENNES.

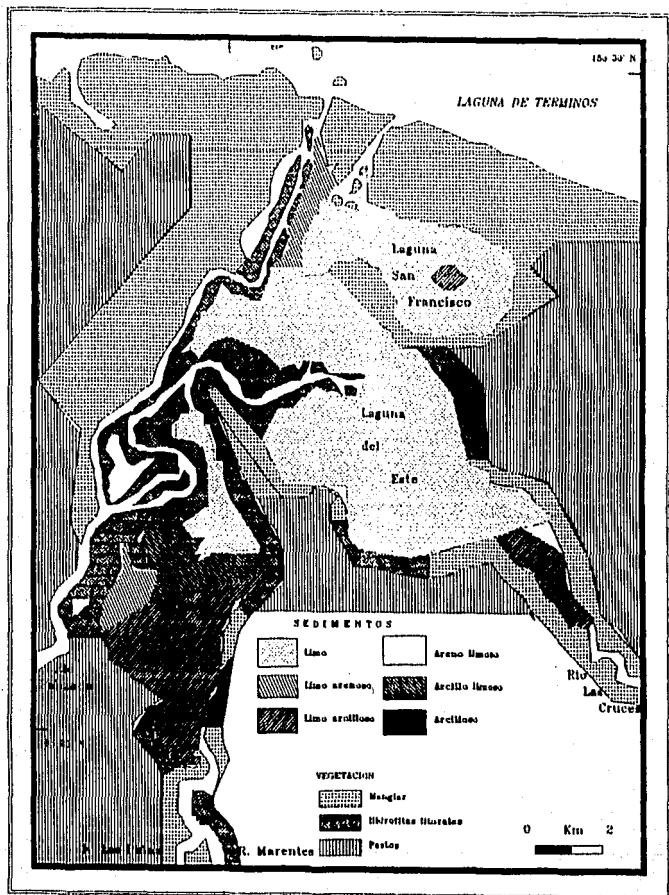


FIGURA 3.- DISTRIBUCIÓN DE LOS SEDIMENTOS EN EL SFDLEP.

(i) HIDROFITAS LIBRE FLOTADORAS, CUYA ESPECIE DOMINANTE ES EL LIRIO ACUÁTICO (*Eichhornia crassipes*), AUNQUE ES COMÚN EN CONTRAR LECHUGAS DE AGUA (*Pistia stratiotes*), ADEMÁS DE *Salvinia sp.* y *Azolla sp.*

(ii) HIDROFITAS SUMERGIDAS (FIGURA 2), DE LAS CUALES SE HAN IDENTIFICADO 11 ESPECIES, *Vallisneria americana*, *Myriophyllum sp.*, *Potamogeton illinoensis*, *Potamogeton nodosus*, *Najas marina*, *Najas guadalupensis*, *Heteranthera dubia*, *Ceratophyllum demersum*, *Cabomba caroliniana*, *Utricularia foliosa* y *Chara sp.*, SIENDO *Vallisneria americana* LA DOMINANTE EN EL SFDLERP, CON UNA BIOMASA DEL 90%.

LA FAUNA REPORTADA INCLUYE DIVERSOS GRUPOS, ENTRE ELLOS:

(i) MOLUSCOS GASTERÓPODOS (*Physa*, *Hydrobia*, y *Pomacea*), BIVALVOS (*Rangia*), ASÍ COMO UN BANCO MUERTO DE OSTIÓN DEL GÉNERO *Crassostrea*.

(ii) CRUSTÁCEOS, REPRESENTADOS POR PORTÚNIDOS Y CAMARONES PENEIDOS EN LAS PROXIMIDADES CON LA LAGUNA DE TÉRMINOS; ASÍ COMO PALEMÓNIDOS Y CAMBARINOS EN LAS ÁREAS DULCEACUÍCOLAS.

(iii) AVES, CUYA PRESENCIA INTEGRA UNA COMUNIDAD AMPLIA Y COMPLEJA; DESTACANDO LOS PATOS, IBISES, GARZAS, HALCONES, ÁGULAS, CIGÜEÑAS, ZARCETAS, GALLINETAS Y PELICANO BLANCO, INCLUYENDO ESPECIES RARAS O EN VÍAS DE EXTINCIÓN COMO LA CIGÜEÑA JARIBÚ (*Jaribu mycteria*).

iv) LOS REPTILES, ENTRE LOS QUE DESTACAN LAS TORTUGAS (*Kinosteron*, *Chelydra*, *Pseudemys*, *Dermatemys*), LOS COCODRILOS (*Crocodyllus moreletti*, *C. acutus*), Y DIVERSAS ESPECIES DE OFIDIOS.

v) ENTRE LOS MAMÍFEROS ACUÁTICOS, SE HAN DETECTADO MANATÍES (*Trichechus manatus*) Y NUTRIAS (*Lutra annectes*).

vi) SIN EMBARGO LA MACROFAUNA MEJOR REPRESENTADA ES ICTIOLÓGICA, DADA SU ALTA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA Y LA AMPLIA UTILIZACIÓN QUE REALIZA DEL ECOSISTEMA. ROJAS GALAVÍZ et. al. (1989), UTILIZANDO EN SUS CAPTURAS REDES DE ARRASTRE HA IDENTIFICADO 64 ESPECIES, DE LAS CUALES 8 SE ENCUENTRAN DURANTE TODO EL CICLO ANUAL EN EL ÁREA (*Arius melanopus*, *Anchoa mitchilli*, *Eugerres plumieri*, *Bairdiella chrysoura*, *B. ronchus*, *Petenia splendida*, *Micropogonias furnieri/undulatus*, *Dorosoma petenense*); CON LA APLICACIÓN DE REDES DE ENMALLE, HAN SIDO REPORTADAS 50 ESPECIES (MORALES, 1986).

## CAPITULO III

### METODOLOGIA

#### III.I

#### VARIABLES AMBIENTALES

CONSIDERANDO QUE EN LA REGIÓN DE ESTUDIOS SE HAN REALIZADO MEDICIONES CLIMÁTICAS Y METEOROLÓGICAS POR TIEMPOS LARGOS, SE HA RECURRIDO A DIVERSAS FUENTES HISTÓRICAS PARA OFRECER UN MARCO DE REFERENCIA REGIONAL SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES QUE MODULAN AL ECOSISTEMA, ENTRE LAS CUALES DESTACAN: LA DESCARGA FLUVIAL, LA VARIACIÓN EN EL NIVEL DEL MAR, LOS VIENTOS PREDOMINANTES Y LA PRECIPITACIÓN.

#### III.I.I

#### ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO LARGAS

ACORDE CON LOS OBJETIVOS, SE PLANTEA EL ANÁLISIS DE LAS VARIABLES FÍSICAS DETERMINANTES DE LA FASE ABIÓTICA EN EL SFDLERP, UTILIZANDO INFORMACIÓN EN DIFERENTES ESCALAS TEMPORALES DE LOS SIGUIENTES PARÁMETROS: DESCARGA FLUVIAL, VARIACIÓN EN EL NIVEL DEL MAR, VIENTOS PREDOMINANTES Y PRECIPITACIÓN.

1) DESCARGA FLUVIAL: SE EMPLEAN VALORES PROMEDIO DIARIOS DE DESCARGA DEL RÍO USUMACINTA, MEDIDOS EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA "BOCA DEL CERRO", TAB., PROPORCIONADOS POR LA SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS Y LA COMISIÓN FEDERAL DE



ELECTRICIDAD; CON DATOS DE 1948 A 1987. ASIMISMO, SE UTILIZAN VALORES DE LA DESCARGA DEL RÍO PALIZADA ESTIMADOS MEDIANTE MÉTODOS INDIRECTOS POR YAÑEZ-ARANCIBIA AND DAY, 1982; SOBERÓN CHÁVEZ, 1985; KJERFVE, 1986; PÁEZ OSUNA *et. al.*, 1987; VERA HERRERA *et. al.*, 1988c; ROJAS GALAVÍZ, *et. al.* 1989. SIN EMBARGO, DADO QUE NO SE CUENTA CON LA BATIMETRÍA DEL CAUCE PRINCIPAL, SE CONSIDERA QUE EL PATRÓN DE DESCARGA DEL USUMACINTA ES SIMILAR AL DEL PALIZADA, POR LO CUAL EN LA PRESENTE TESIS SE APLICAN TAMBIÉN LOS VALORES MEDIDOS EN EL USUMACINTA, A FIN DE APLICARLOS COMO PATRÓN DE EVOLUCIÓN DE LA DESCARGA FLUVIAL.

(i) INFLUENCIA MAREAL: SE UTILIZAN LOS VALORES PROMEDIO DIARIOS DEL NIVEL DEL MAR, REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN MAREOGRÁFICA DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA DE LA UNAM, UBICADA EN CIUDAD DEL CARMEN, CAMP., CUYO PLANO DE REFERENCIA QUE ESTÁ BAJO EL NIVEL MEDIO DEL MAR, AL CUAL ESTAN REFERIDAS LAS ALTURAS, ES EL NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR (0.24<sup>m</sup>); CON DATOS DE 1956 A 1987.

(ii) RÉGIMEN DE VIENTOS DOMINANTES DIARIOS: SE CALCULÓ PROMEDIANDO LA MAGNITUD DE LOS VIENTOS DE MAYOR FRECUENCIA DIARIA (1984 A 1987), CON BASE EN DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SERVICIOS A LA NAVEGACIÓN EN EL ESPACIO AÉREO MEXICANO (SENEAM) DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, LOCALIZADA EN EL AEROPUERTO DE CIUDAD DEL CARMEN, CAMP. PARA SU REPRESENTACIÓN GRÁFICA, SE APLICÓ UN PROGRAMA DE CÓMPUTO EN LENGUAJE BASIC (MONREAL GÓMEZ, *comunicación personal*).

(v) **PRECIPITACIÓN:** SE ANALIZÓ CALCULANDO LOS PROMEDIOS MENSUALES (1971 A 1985) REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS DE PALIZADA, CAMP. Y JONUTA, TAB., DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, A FIN DE CONTAR CON LOS VALORES DE PRECIPITACIÓN REGIONAL; SIN EMBARGO, LOS VALORES DE LA DESCARGA FLUVIAL APLICADA, REPRESENTAN LA COLECCIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TODA LA CUENCA DEL RIO USUMACINTA.

### III.II DESARROLLO DE UN MODELO ESQUEMÁTICO

LOS CONJUNTOS DE DATOS MENCIONADOS ANTERIORMENTE SE APLICARON EN EL DESARROLLO DE UN MODELO ESQUEMÁTICO SOBRE LA DINÁMICA AMBIENTAL DURANTE UN PERÍODO ANUAL, FUNDAMENTADO EN LA NORMALIZACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS VALORES.

### III.III MEDICIONES SIMULTÁNEAS

A FIN DE VERIFICAR LA INTERDEPENDENCIA ESPACIO-TEMPORAL DE LAS VARIABLES AMBIENTALES EN PERÍODOS CORTOS, SE INTEGRARON LOS RESULTADOS DE LA VARIACIÓN DIARIA EN EL NIVEL DEL MAR (GRIVEL, *comunicación personal*) EN LAGUNA DE TERMINOS (BOCA DEL CARMEN, BOCA CHICA), CON LOS CORRESPONDIENTES A LAS OTRAS VARIABLES AMBIENTALES CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO, ENTRE EL 14 DE NOVIEMBRE DE 1981 Y EL 12 DE ENERO DE 1982.

### III.IV AJUSTE POLINOMIAL DE VARIABLES AMBIENTALES

CON RESPECTO AL PERÍODO DE ESTUDIO (SEPTIEMBRE DE 1985 A MARZO DE 1987), SE HAN CONSIDERADO LOS VALORES DIARIOS DE LOS MISMOS PARÁMETROS, PARA UBICAR EL MARCO DE REFERENCIA AMBIENTAL QUE EXISTÍA DURANTE LOS MUESTREOS, APLICANDO A LOS VALORES UN AJUSTE POLINOMIAL MEDIANTE EL USO DEL PAQUETE DE CÓMPUTO *HARVARD GRAPHICS*.

### III.II PARÁMETROS HIDROLÓGICOS

SE UTILIZARON LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN AL CUAL ESTUVO ADSCRITA LA PRESENTE TESIS, EN EL QUE SE REALIZARON CAMPAÑAS MENSUALES EN 18 SITIOS DE MUESTREO (FIGURA 2) DURANTE EL PERÍODO SEPTIEMBRE 1985 A MARZO 1987.

LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS FUERON REGISTRADOS EN UN SÓLO DÍA Y A CONTRACORRIENTE PARA EVITAR LA POSIBLE CONTAMINACIÓN DE LA INFORMACIÓN CON MUESTREOS DE LA MISMA MASA ACUÁTICA. SE UTILIZÓ UNA EMBARCACION DE 7.5 m DE ESLORA CON MOTOR FUERA DE BORDA DE 55 HP. LAS MUESTRAS DE AGUA SE OBTUVIERON CON UNA BOTELLA VAN DORN KAHLISCO DE 3.0 l DE CAPACIDAD.

LA SALINIDAD SE MIDÍÓ CON UN REFRACTÓMETRO AMERICAN OPTICAL (1.0 ‰), LA TEMPERATURA DEL AGUA Y EL OXÍGENO DISUELTO CON UN OXÍMETRO YSI PORTÁTIL ( 0.5 °C y 0.5 ppm ), LA TRANSPARENCIA CON DISCO DE SECCHI Y UNA CUERDA MARCADA CADA 10 cm; Y EL PH CON

### POTENCIÓMETRO DIGITAL PORTÁTIL CORNING (0.01).

PARA LAS DETERMINACIONES DE SALINIDAD, TEMPERATURA DEL AGUA, OXÍGENO DISUELTO Y PH, SE TOMARON MUESTRAS A DIFERENTES PROFUNDIDADES DEL TIRANTE DE AGUA (SUPERFICIE, 25% Y 75% DE LA PROFUNDIDAD TOTAL). LOS PROMEDIOS DE ESTAS MEDICIONES PROPORCIONARON EL VALOR REPRESENTATIVO PARA CADA PARÁMETRO EN EL SITIO DE MUESTREO.

EL PORCENTAJE DE SATURACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO SE DETERMINÓ CON BASE EN EL SIGUIENTE CRITERIO:

$$\text{Porcentaje de Saturación} = (\text{oxígeno medido} / \text{oxígeno teórico}) \times 100$$

EN DONDE *oxígeno teórico* ES LA CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO CORREGIDO A CONDICIONES ESTANDARD DE PRESIÓN Y TEMPERATURA CON EL VALOR CORRESPONDIENTE DE SALINIDAD; DE ACUERDO CON LA ECUACION PROPUESTA POR WEISS (1970):

$$\ln cO_2 = a_1 + a_2 (100/t) + a_3 \ln (t/100) + a_4 (t/100) + S (b_1 + b_2 (t/100) + b_3 (t/100)^2) / 100^2$$

DONDE:

$cO_2$  = CONCENTRACIÓN TEÓRICA DE OXÍGENO.

S = SALINIDAD DE LA MUESTRA (‰).

t = 273 + TEMPERATURA DE LA MUESTRA (°C).

$$\alpha_1 = -173.4292$$

$$b_1 = -0.033096$$

$$\alpha_2 = 249.6339$$

$$b_2 = 0.014259$$

$$\alpha_3 = 143.3484$$

$$b_3 = -0.0017$$

$$\alpha_4 = -218.492$$

EL PORCENTAJE DE TRANSPARENCIA SE CALCULÓ DE LA SIGUIENTE MANERA:

$$\text{Porcentaje de Transparencia} = (\text{profundidad de penetración del disco de Secchi} / \text{profundidad total}) \times 100$$

LOS VALORES OBTENIDOS PARA CADA PARÁMETRO FUERON PROCESADOS A TRAVÉS DE LOS PAQUETES DE CÓMPUTO: Lotus 123 y Harvard Graphics, A FIN DE ELABORAR LOS CUADROS DE CONCENTRACIÓN DE DATOS REQUERIDOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS GRÁFICOS.

### III.III CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

CON OBJETO DE DEFINIR LOS POSIBLES AMBIENTES ECOLÓGICOS DENTRO DEL SFDLERP, SE PROCEDIÓ A AGRUPAR ESTACIONES DE MUESTREO AFINES CON BASE EN LOS SIGUIENTES CRITERIOS: GEOMORFOLOGÍA, PREDOMINIO MAREAL O FLUVIAL, PRESENCIA O AUSENCIA DE VEGETACIÓN SUMERGIDA Y CONDICIÓN LÉNTICA O LÓTICA DEL SITIO DE MUESTREO.

LOS RESULTADOS DEL MODELO ESQUEMÁTICO DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES E HIDROLÓGICOS SE INTEGRARON CON LA INFORMACIÓN BIOLÓGICA REPORTADA EN LOS TRABAJOS DE VERA HERRERA *et. al.* (1988c), ROJAS GALAVÍZ *et. al.* (1988) y DAY *et. al.* (1987), A FIN DE CORRELACIONAR CUALITATIVAMENTE LOS PULSOS DE MÁXIMA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA Y SECUNDARIA CON LA FASE ABIÓTICA EN LA DINÁMICA ECOLÓGICA DEL SFDLERP, COMPARANDO LA EVOLUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### IV.I. VARIABLES AMBIENTALES

##### IV.I.I. ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO LARGAS

SE IDENTIFICÓ EL PATRÓN GENERAL DE LA DINÁMICA AMBIENTAL TEMPORAL A TRAVÉS DE LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS VALORES; LOS RESULTADOS TIPIFICAN LAS CARACTERÍSTICAS EN LA REGIÓN DE LAGUNA DE TÉRMINOS. LA EVOLUCIÓN PARA CADA PARÁMETRO SE PRESENTA DE LA SIGUIENTE MANERA:

EL GRÁFICO DE LA FIGURA 4 MUESTRA LA VARIACIÓN DIARIA DE LA DESCARGA FLUVIAL DURANTE UN PERÍODO LARGO (1948-1987), OBSERVÁNDOSE LOS PULSOS ANUALES, ASI COMO PERIODOS MAYORES. EL RANGO DE VALORES SE UBICA ENTRE UN MÍNIMO DE 288 ( $m^3/s$ ) EN 1963 Y UN MÁXIMO DE 7742 ( $m^3/s$ ) EN 1984.

LA FLUCTUACIÓN DIARIA DEL NIVEL DEL MAR SE OBSERVA EN LA FIGURA 5, PRESENTANDO PULSOS ANUALES. COMO EXTREMOS DE VARIACIÓN SE TIENE UNA DIFERENCIA DE 100 cm ENTRE EL MÁXIMO NIVEL DE 1961 Y EL MÍNIMO DE 1971.

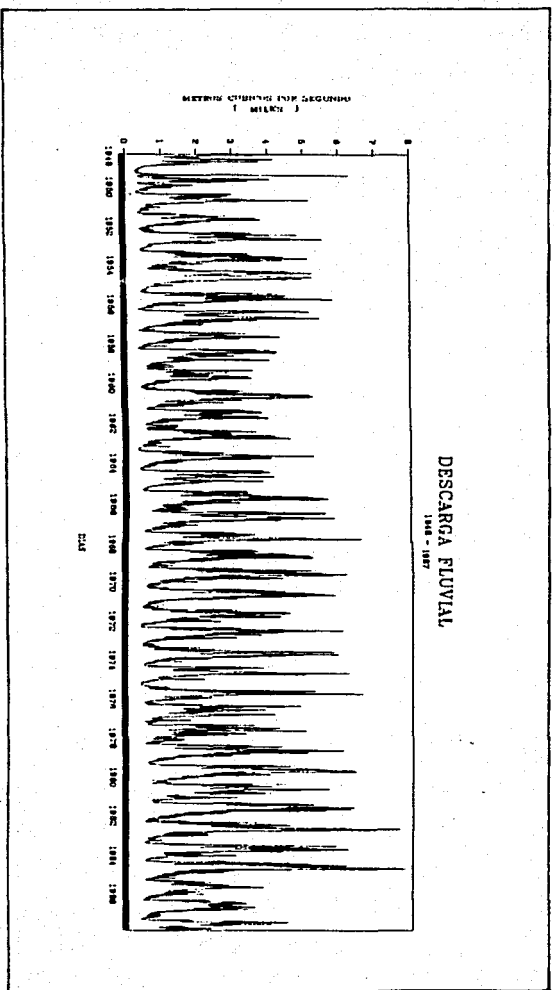


FIGURA 4.- EVOLUCIÓN DIARIA DEL PROMEDIO DE DESCARGA DEL RIO USMACINTA, EN LA ESTACION "BOCA DEL CERRO", TABASCO, DE 1948 A 1987.



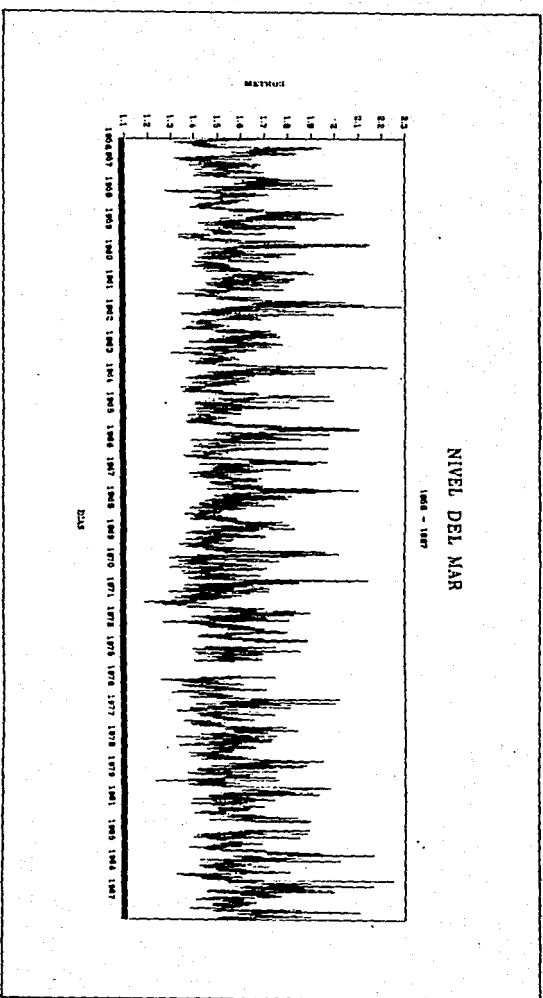


FIGURA 5.- EVOLUCION DIARIA DEL PROMEDIO DEL NIVEL DEL MAR, EN CD. DEL CARMEN, CAMPECHE, DE 1956 A 1987.

LA MAGNITUD ( $m/s$ ) Y DIRECCIÓN PROMEDIO DE LOS VIENTOS DOMINANTES DIARIOS EN EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE 1984 Y 1987, SE OBSERVA EN LA FIGURA 6. LA VELOCIDAD PROMEDIO OSCILÓ ENTRE 2 Y 18  $m/s$  (SIN EMBARGO SE SABE QUE SOPLAN VIENTOS CON MAYOR VELOCIDAD), DESTACANDO LA PERSISTENCIA DE LOS VIENTOS PROVENIENTES DEL SURESTE, Y LA PRESENCIA DE VIENTOS DEL NORTE CON MAYOR FRECUENCIA EN LOS MESES DE ENERO Y FEBRERO.

LA FIGURA 7 MUESTRA EL RANGO DE VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL, CON UN PROMEDIO MENSUAL MÍNIMO DE 95  $mm$  EN 1982 Y UN MÁXIMO DE 195  $mm$  EN 1973.

#### IV.II DESARROLLO DEL MODELO ESQUEMÁTICO

LA NORMALIZACIÓN ESTADÍSTICA DE LA VARIACIÓN DIARIA DE TODOS LOS PARÁMETROS DURANTE LOS PERIODOS CON LOS CUALES SE CONTÓ CON INFORMACIÓN, PERMITIÓ EL DESARROLLO DEL MODELO ESQUEMÁTICO PARA UN CICLO ANUAL, DE LA DINÁMICA AMBIENTAL EN EL SFDLERP, (FIG. 8). LOS RANGOS DE VARIACIÓN DE DESCARGA FLUVIAL DEL RÍO USUMACINTA, OSCILAN ENTRE 500 ( $m^3/s$ ) EN MAYO Y 4000 ( $m^3/s$ ) EN OCTUBRE; EL NIVEL DEL MAR PRESENTA SUS MÍNIMOS VALORES EN JULIO, Y LOS MÁXIMOS ENTRE OCTUBRE Y NOVIEMBRE, TENIENDO UNA DIFERENCIA DE 30  $cm$ ; LOS DE PRECIPITACIÓN FLUCTÚAN ENTRE 50  $mm$  EN MARZO Y ABRIL, Y 300  $mm$  EN OCTUBRE; EL RÉGIMEN DE VIENTOS MUESTRA UNA PERSISTENCIA DE LOS VIENTOS DEL SURESTE DURANTE TODO EL AÑO Y VIENTOS DEL NORTE AL PRINCIPIO Y FINAL DEL MISMO, CON VELOCIDADES ENTRE 5 Y 15  $m/s$ .

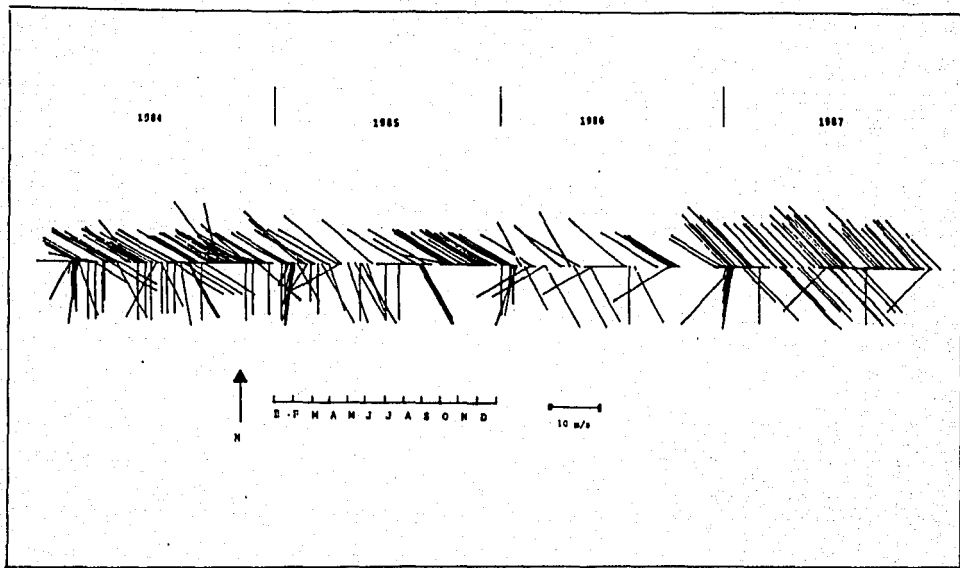


FIGURA 6.- EVOLUCIÓN DIARIA DE LOS VIENTOS DOMINANTES EN CD. DEL CARMEN, CAMPECHE, DE 1984 A 1987.

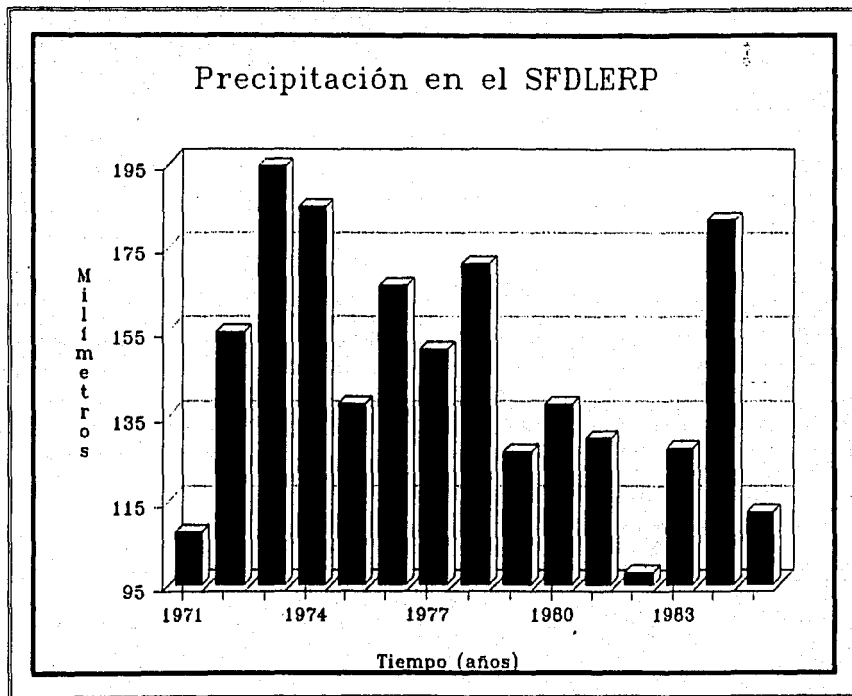


FIGURA 7.- PRECIPITACIÓN EN EL SFDLERP.

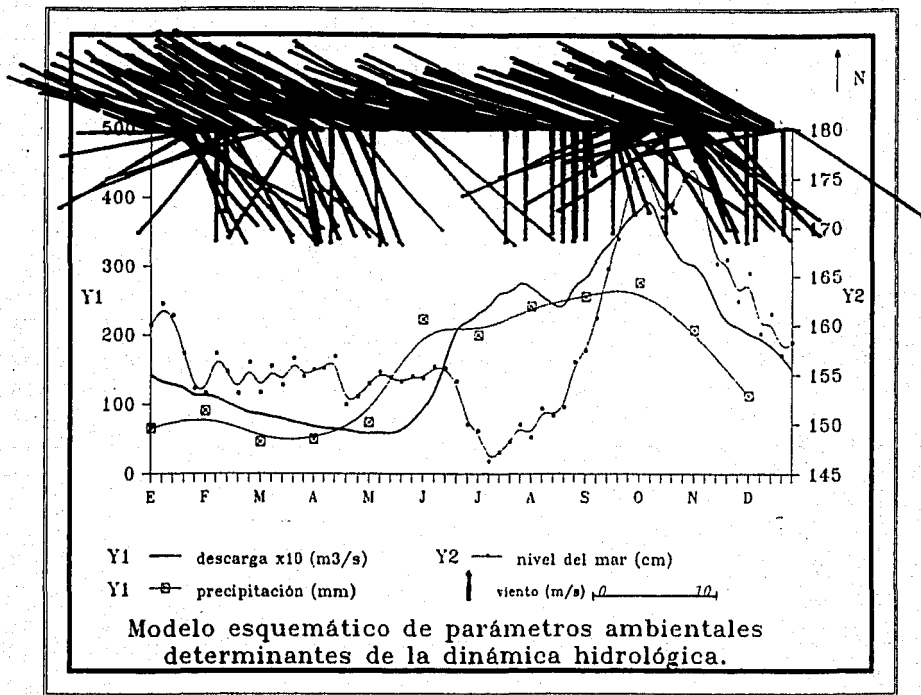


FIGURA 8.- MODELO ESQUEMÁTICO DE PARÁMETROS AMBIENTALES DETERMINANTES DE LA DINÁMICA HIDROLÓGICA EN EL SFCLERP.

#### IV.I.III MEDICIONES SIMULTÁNEAS

LA UTILIZACIÓN DE LOS REGISTROS OBTENIDOS POR GRIVEL (op. cit.) EN BOCA DEL CARMEN Y BOCA CHICA EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS (FIGURA 9), PERMITEN OBSERVAR CAMBIOS EN EL NIVEL DEL MAR DE MANERA SIMULTÁNEA A CONSECUENCIA DE LA MAREA Y LA DESCARGA FLUVIAL DURANTE UN PERIODO DE TIEMPO CORTO (61 DÍAS).

LA FIGURA 10 MUESTRA LA VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR, CON FLUCTUACIONES DE MÁS DE 120 cm EN BOCA CHICA Y DE 100 cm EN BOCA DEL CARMEN, ASÍ COMO LAS DE LA DESCARGA EN EL USUMACINTA, ENTRE 1300 Y 2800 m<sup>3</sup>/s. EN EL ANÁLISIS SE CONSIDERAN LOS VIENTOS DEL NORTE QUE SON FRECUENTES EN FORMA DE TORMENTAS DURANTE EL INVIERNO, CUYO EFECTO MODIFICA SIGNIFICATIVAMENTE LAS VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR OCASIONADO POR DE LA MAREA.

#### IV.I.IV AJUSTE POLINOMIAL DE PARÁMETROS AMBIENTALES

EN LA FIGURA 11, SE MUESTRAN LOS RESULTADOS DEL AJUSTE POLINOMIAL APLICADO A LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES CONSIDERADOS EN EL PERÍODO DE MUESTREOS DEL PRESENTE ESTUDIO.

EL RANGO DE VARIACION PARA LA DESCARGA FLUVIAL OSCILA ENTRE EL MÍNIMO DE 407 (m<sup>3</sup>/s) EN MAYO 1987, Y EL MÁXIMO DE 3814 (m<sup>3</sup>/s) EN OCTUBRE DE 1985; EL NIVEL DEL MAR FLUCTÚA HASTA EN 65 cm CON MÍNIMOS EN FEBRERO Y JUNIO DE 1986 Y MÁXIMOS EN NOVIEMBRE DE 1985 Y DICIEMBRE DE 1986; LA PRECIPITACIÓN DIARIA ENTRE 0 mm EN

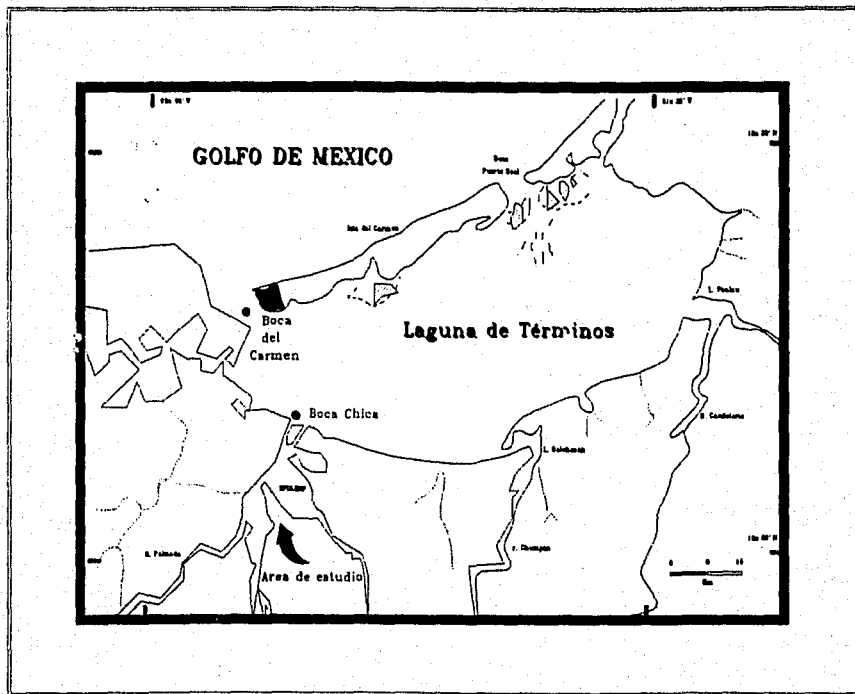


FIGURA 9.- LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO SIMULTÁNEO, EN BOCA DEL CARMEN Y BOCA CHICA.

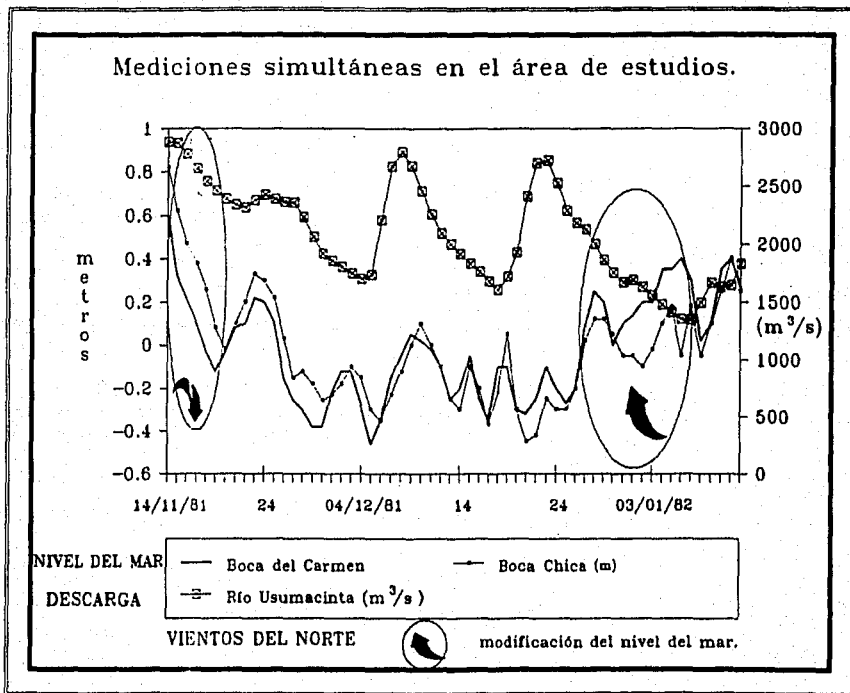


FIGURA 10.- EFECTO DE LOS VIENTOS DEL NORTE SOBRE EL NIVEL DEL MAR.



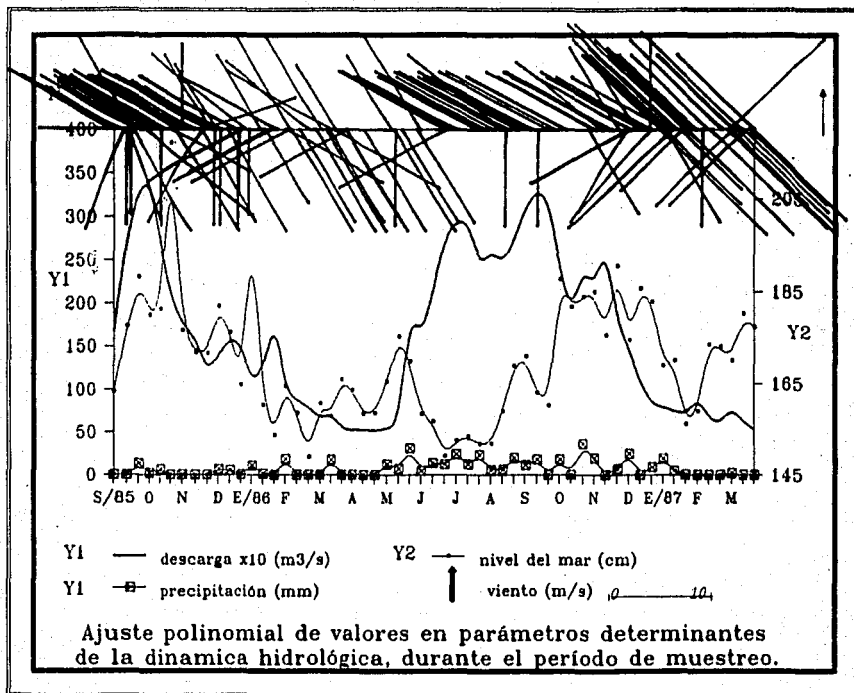


FIGURA 11.- AJUSTE POLINOMIAL DE VALORES EN PARÁMETROS DETERMINANTES DE LA DINÁMICA HIDROLÓGICA, DURANTE EL PERÍODO DE MUESTREO, EN EL SFLLERP.

DIVERSOS MESES Y 40 mm EN OCTUBRE DE 1986; LOS VIENTOS PROVENIENTES DEL SURESTE FUERON REGISTRADOS CON MAYOR FRECUENCIA DURANTE TODO EL PERIODO, Y MUY ESCASOS ENTRE ENERO Y JUNIO DE 1986, LOS DEL NORTE Y NOROESTE SE EVIDENCIAN DE SEPTIEMBRE DE 1985 A ENERO DE 1986.

#### IV.II PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

LOS RESULTADOS DE LAS MEDICIONES *in situ* Y DE LABORATORIO DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS SE ANALIZARON EN DOS FORMAS: (i) LA VARIACIÓN MENSUAL DEL PROMEDIO GLOBAL, Y (ii) EL PROMEDIO GLOBAL EN CADA UNO DE LOS AMBIENTES ECOLÓGICOS IDENTIFICADOS.

PARA LA DEFINICIÓN DE LOS AMBIENTES ECOLÓGICOS SE APLICARON LOS CRITERIOS MENCIONADOS EN LA METODOLOGÍA, LO QUE PERMITIÓ LA IDENTIFICACION DE NUEVE AMBIENTES CON DINÁMICA HIDROLÓGICA DIFERENTE EN EL SFDLERP (FIGURA 12): LT, C, SF, CC, LE s/v, LE c/v, RP, LV Y RS; CUYA DESCRIPCIÓN ES LA SIGUIENTE:

- LT = ÁREA DE INFLUENCIA INMEDIATA DEL SFDLERP DENTRO DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS -S.M. 1-. (FIGURA 2)
- C = CANAL DE CONEXIÓN ENTRE EL SFDLERP Y LA LAGUNA DE TÉRMINOS (CANAL DE BOCA CHICA) -S.M. 2-. (FIGURA 2)
- SF = LAGUNA SIN APORTE FLUVIAL DIRECTO (LAGUNA SAN FRANCISCO) -S.M. 3, 4, 5 y 6-. (FIGURA 2)
- CC = CUENCA COMÚN PREVIA A LA SALIDA HACIA LA LAGUNA DE TÉRMINOS -S.M. 7-. (FIGURA 2)

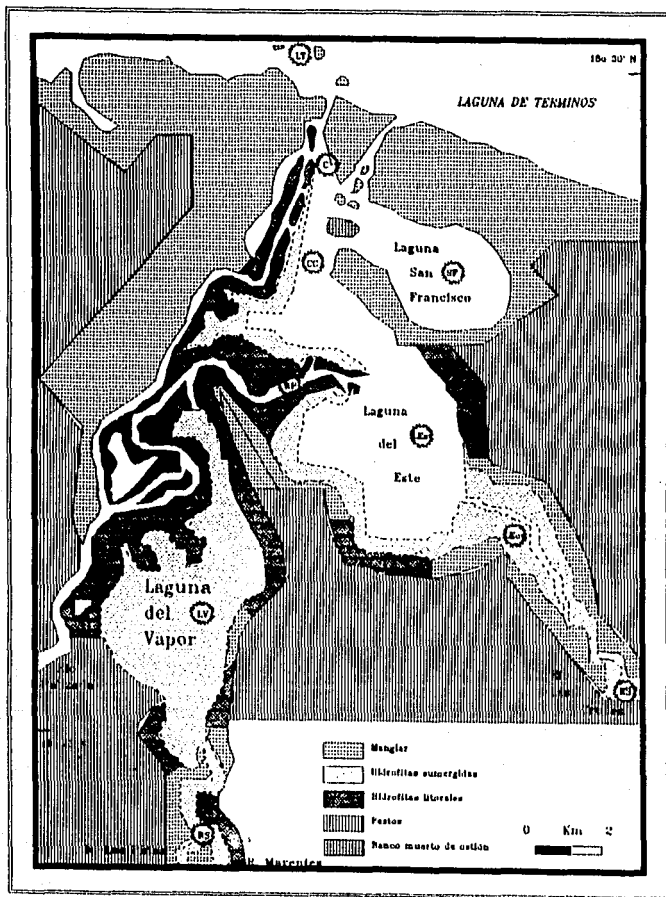


FIGURA 12.- LOCALIZACIÓN DE LOS NUEVE AMBIENTES ECOLÓGICOS EN EL SFDLERP.

- LE s/h = LAGUNA DEL ESTE CON APORTE FLUVIAL, SIN HIDROFITAS SUMERGIDAS -S.M. 8 Y 9-. (FIGURA 2)
- LE c/h = LAGUNA DEL ESTE CON APORTE FLUVIAL, CON HIDROFITAS SUMERGIDAS -S.M. 10-. (FIGURA 2)
- RP = APORTE FLUVIAL PRINCIPAL DEL SFDLERP (RÍO PALIZADA) -S.M. 12 y 13-. (FIGURA 2)
- LV = LAGUNA CON APORTE FLUVIAL DIRECTO Y FONDO CUBIERTO TOTALMENTE POR VEGETACIÓN (LAGUNA DEL VAPOR) -S.M. 14, 15 y 16-. (FIGURA 2)
- RS = RÍOS SECUNDARIOS DEL SISTEMA PALIZADA -S.M. 11, 17 y 18-. (FIGURA 2)

#### IV.III REGISTROS GLOBALES TOTALES

LAS VARIACIONES MENSUALES DEL PROMEDIO GLOBAL DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN EL SFDLERP Y LAS FLUCTUACIONES EN CADA UNO DE LOS AMBIENTES ECOLÓGICOS DEFINIDOS SE REGISTRARON DE LA SIGUIENTE MANERA:

EN EL SFDLERP, LA SALINIDAD (FIGURA 13A) FLUCTUÓ CON UN RANGO ENTRE 0.42 Y 6.38 ‰ EN NOVIEMBRE Y JUNIO, RESPECTIVAMENTE. LOS AMBIENTES IDENTIFICADOS PRESENTARON UN PROMEDIO ANUAL (FIGURA 13B) CON VALORES QUE VAN DESDE 0 HASTA 14.52 ‰ EN LAGUNA DEL VAPOR Y RÍOS SECUNDARIOS, Y LAGUNA DE TÉRMINOS, RESPECTIVAMENTE.

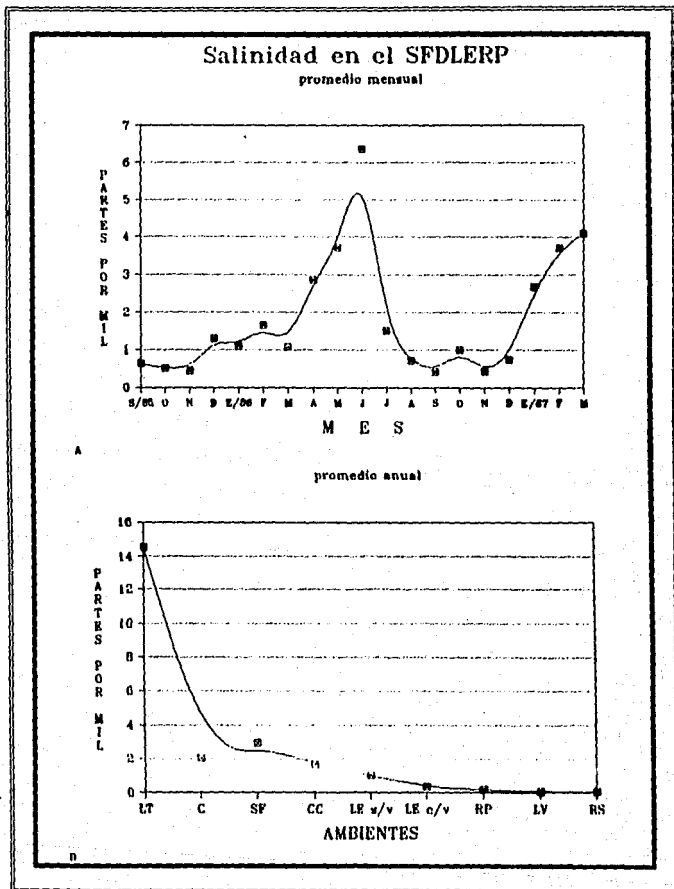


FIGURA 13.- SALINIDAD EN EL SFDLERP.

LA VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE TRANSPARENCIA EN EL SFDLERP SE PRESENTA EN LA FIGURA 14A CON UN RANGO ENTRE 30 Y 60 % EN SEPTIEMBRE DE 1985 Y FEBRERO DE 1987, RESPECTIVAMENTE. LOS VALORES PROMEDIO ANUAL EN LOS AMBIENTES IDENTIFICADOS SE PRESENTAN EN LA FIGURA 14B CON VARIACIONES ENTRE 10 Y 83 % EN EL CANAL DE CONEXIÓN Y EN LAGUNA DEL VAPOR, RESPECTIVAMENTE.

LA VARIACIÓN DEL PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA EN EL SFDLERP, SE PRESENTA EN LA FIGURA 15A CON UN RANGO DE FLUCTUACIÓN ENTRE 22.6 Y 30.5 °C EN FEBRERO DE 1987 Y JUNIO DE 1986, RESPECTIVAMENTE. PARA LOS AMBIENTES IDENTIFICADOS, LOS PROMEDIOS ANUALES SE PRESENTAN EN LA FIGURA 15B TENIENDO LOS MÍNIMOS ENTRE 26.2 Y 26.4 °C EN LAGUNA DE TÉRMINOS, CANAL DE CONEXIÓN Y RÍO PALIZADA, Y UN MÁXIMO DE 27.6 °C EN LAGUNA DEL VAPOR.

LOS VALORES PROMEDIO GLOBALES DE OXÍGENO DISUELTO EN PARTES POR MILLÓN, SE PRESENTAN EN LA FIGURA 16A CON UN RANGO DE VARIACIÓN ENTRE 5.8 ppm EN JULIO Y 8.5 ppm EN MARZO DE 1986. PARA LOS AMBIENTES IDENTIFICADOS, LOS PROMEDIOS ANUALES SE PRESENTAN EN LA FIGURA 16B, CON EL MÍNIMO DE 4.7 ppm EN LOS RÍOS SECUNDARIOS, Y EL MÁXIMO DE 8.1 ppm EN LAGUNA DEL VAPOR.

EL PROMEDIO GLOBAL DE SATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO EN EL SFDLERP, SE PRESENTA EN LA FIGURA 17A CON UN RANGO ENTRE 77 Y 106 % EN NOVIEMBRE DE 1986 Y SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DE 1985. PARA LOS AMBIENTES IDENTIFICADOS, LOS PROMEDIOS ANUALES SE PRESENTAN EN

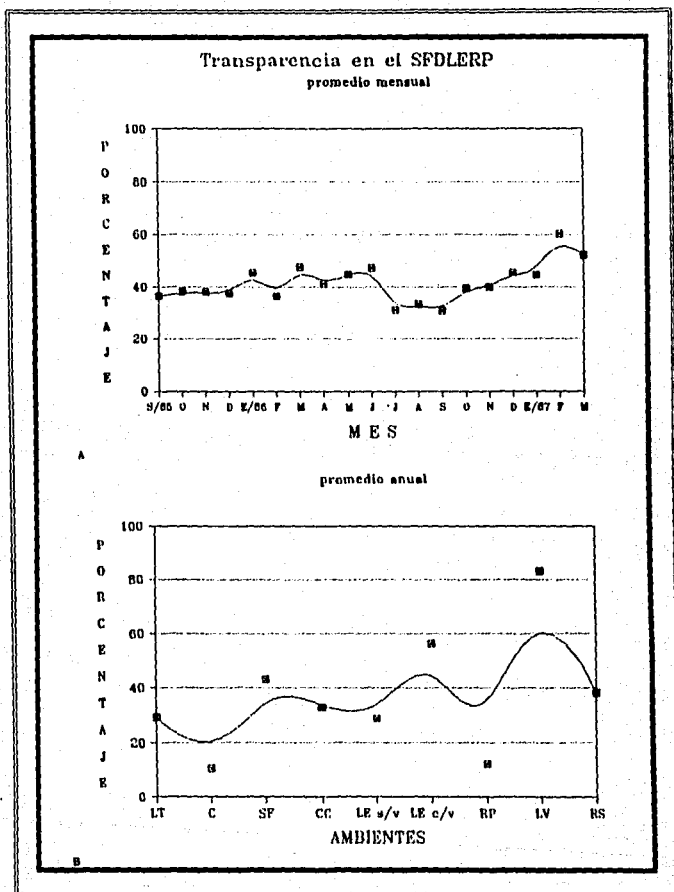


FIGURA 14.- TRANSPARENCIA EN EL SFDLERP.

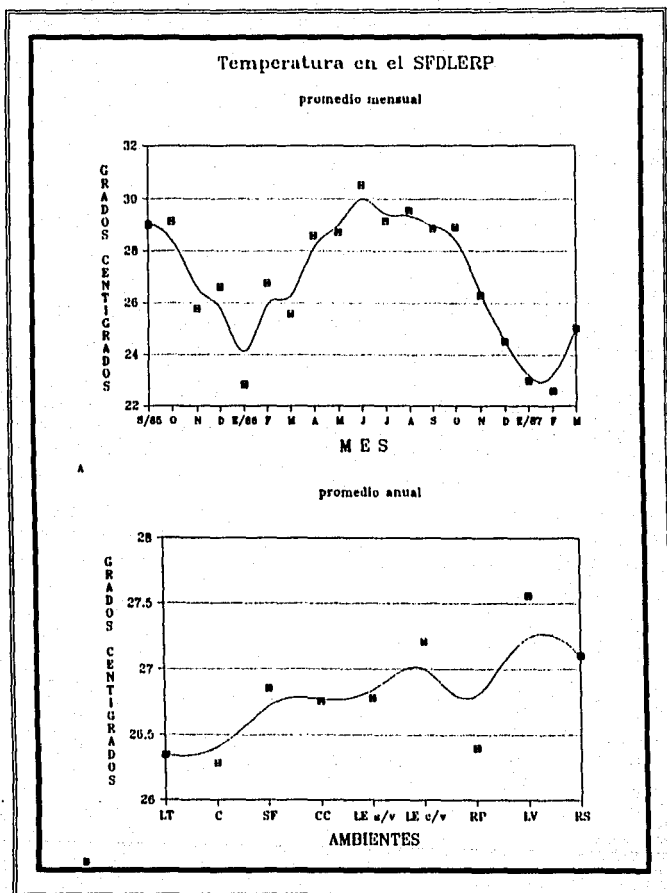


FIGURA 15.- TEMPERATURA EN EL SFDLERP.



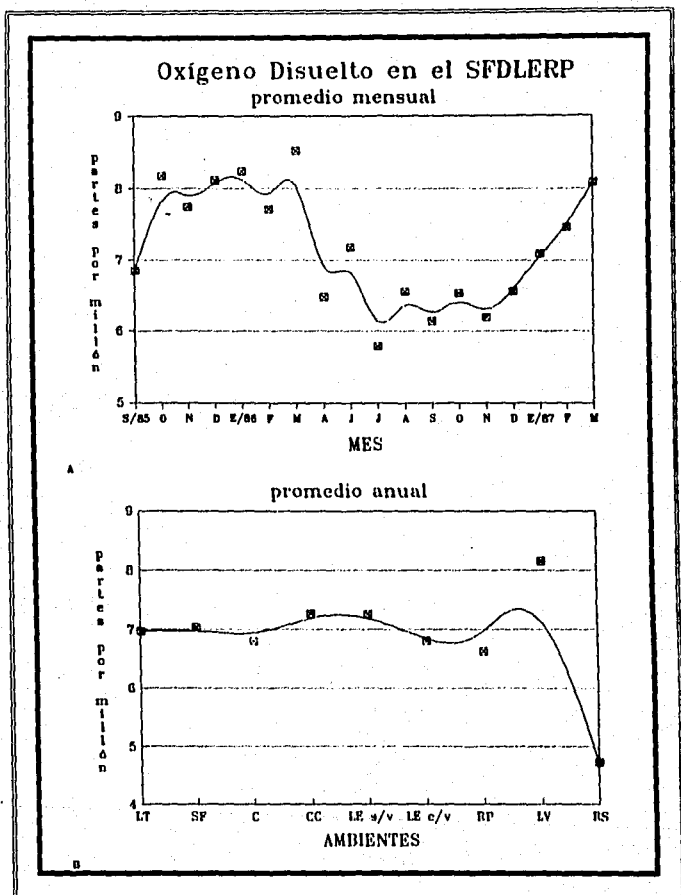


FIGURA 16.- Oxígeno Disuelto en el SFDLERP.

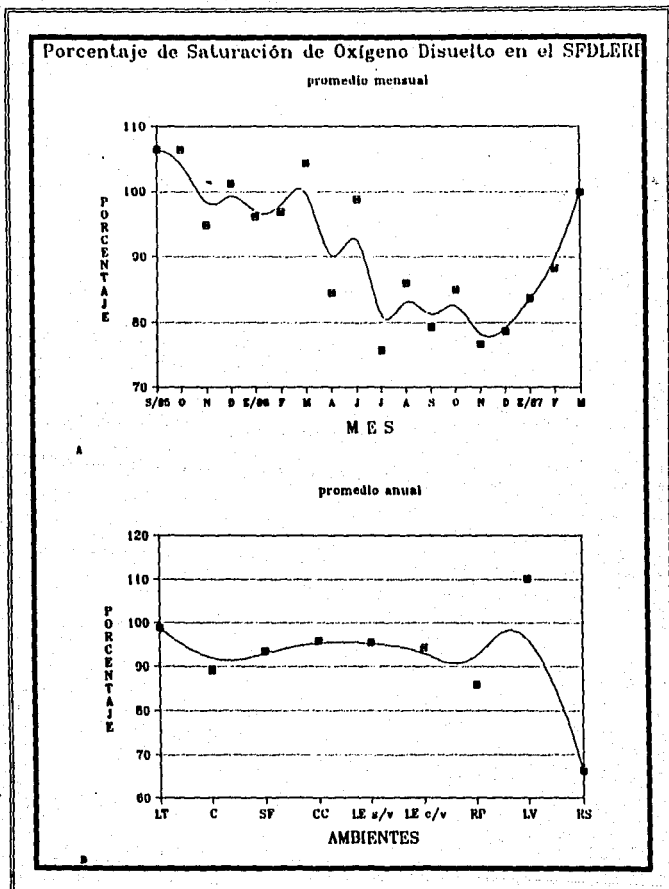


FIGURA 17.- PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTOS EN EL SFDLERP.

LA FIGURA 17B CON OSCILACIONES ENTRE 66 Y 110 % EN LOS RÍOS SECUNDARIOS Y LAGUNA DEL VAPOR, RESPECTIVAMENTE.

EL POTENCIAL HIDRÓGENO EN EL *SFDLERP*, SE PRESENTA EN LA FIGURA 18A CON FLUCTUACIONES ENTRE 7.46 Y 8.44 EN DICIEMBRE Y SEPTIEMBRE DE 1986. PARA LOS AMBIENTES IDENTIFICADOS, LOS PROMEDIOS ANUALES SE PRESENTAN EN LA FIGURA 18B CON UN RANGO DE VALORES ENTRE 7.41 Y 8.25, EN LOS RÍOS SECUNDARIOS Y LAGUNA DEL VAPOR, RESPECTIVAMENTE.

LOS VALORES PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA REGISTRADOS DURANTE EL PERÍODO DE ESTUDIO SE MUESTRAN EN LA FIGURA 19; SIENDO IMPORTANTES LAS VARIACIONES ESTACIONALES EN SALINIDAD, TEMPERATURA Y TRANSPARENCIA, Y SU SINCRONÍA CON LAS FLUCTUACIONES DE LAS VARIABLES FÍSICAS DEL MODELO PROPUESTO EN LA FIGURA 8.

#### IV.II.II DINÁMICA HIDROLÓGICA GLOBAL

LA FIGURA 20 INDICA LA VARIACIÓN DE LA DESCARGA DEL RÍO USUMACINTA Y SU EFECTO SOBRE LA SALINIDAD Y SOBRE LOS CAMBIOS EN EL NIVEL DEL MAR, TANTO EN BOCA DEL CARMEN COMO EN EL *SFDLERP*. SE PRESENTA LA DINÁMICA HIDROLÓGICA GLOBAL DEL *SFDLERP* A LO LARGO DE 19 MESES, INDICANDO LA VARIACION DE LA SALINIDAD PARA CADA AMBIENTE ECOLÓGICO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIOS.

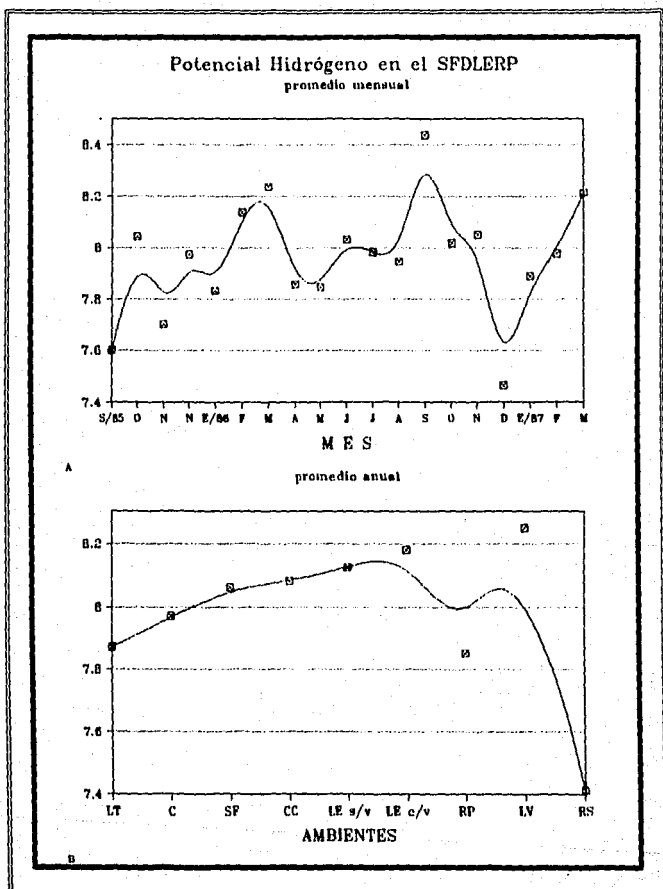


FIGURA 16.- POTENCIAL HIDRÓGENO EN EL SFDLERP.



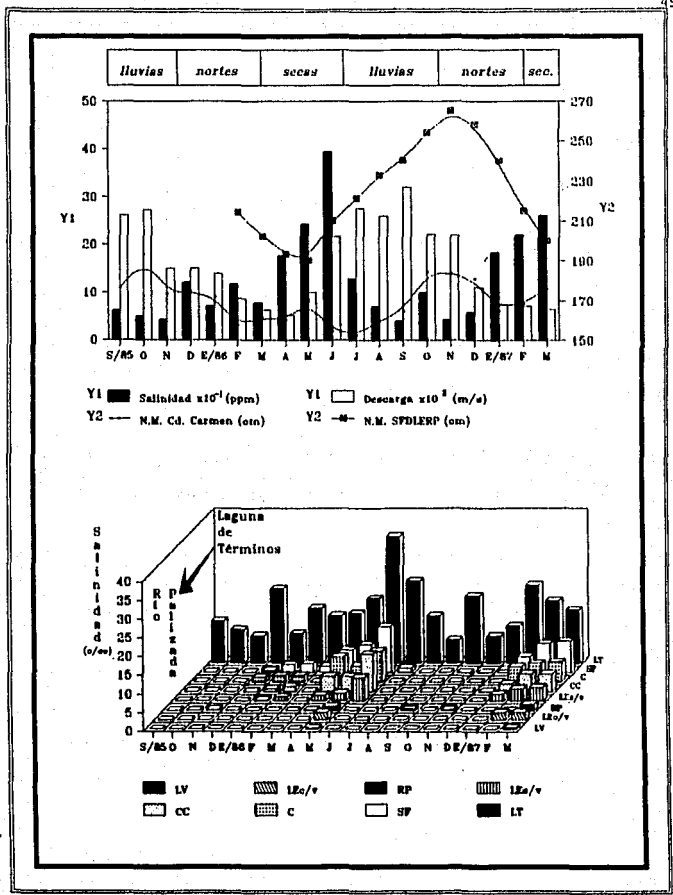


FIGURA 2C.- VARIACIÓN TEMPORAL DE FACTORES AMBIENTALES Y SU RELACIÓN CON LA DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DE SALINIDAD, DURANTE LAS TRES ÉPOCAS CLIMÁTICAS EN EL SFDLERP.

#### IV.II.III REGISTROS POR AMBIENTES ECOLÓGICOS

EL RESULTADO DE LA AGRUPACIÓN Y EL ANÁLISIS DE LOS PROMEDIOS MENSUALES DE LOS REGISTROS OBTENIDOS EN CADA UNO DE LOS NUEVE AMBIENTES ECOLÓGICOS, SE DESCRIBEN A CONTINUACIÓN:

LA FLUCTUACIÓN DE SALINIDAD OSCILA ENTRE 0 Y 34 ‰ EN LOS AMBIENTES CON VEGETACIÓN ACUÁTICA SUMERGIDA Y LA LAGUNA DE TÉRMINOS, RESPECTIVAMENTE (FIGURA 21). EL PORCENTAJE DE TRANSPARENCIA TIENE UN RANGO DE VARIACIÓN ENTRE 4.4 Y 100 % EN EL CANAL DE CONEXIÓN Y LA LAGUNA DEL VAPOR, RESPECTIVAMENTE (FIGURA 22). LA TEMPERATURA SE UBICA ENTRE 21.3 Y 31.1 °C EN LA CUENCA COMÚN Y LAGUNA DEL ESTE CON VEGETACIÓN, RESPECTIVAMENTE (FIGURA 23). EL PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO OSCILA ENTRE 41 Y 132 % EN LOS RÍOS SECUNDARIOS Y LAGUNA DEL VAPOR, RESPECTIVAMENTE (FIGURA 24). EL POTENCIAL HIDRÓGENO VARÍA ENTRE 6.7 Y 8.8 EN LOS RÍOS SECUNDARIOS Y LAGUNAS DEL ESTE CON VEGETACIÓN, RESPECTIVAMENTE (FIGURA 25).

LOS VALORES PROMEDIO GLOBALES DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA PARA CADA UNO DE LOS AMBIENTES ECOLÓGICOS IDENTIFICADOS SE MUESTRAN CON FINES COMPARATIVOS EN LA FIGURA 26; DESTACANDO LAS FLUCTUACIONES ESPACIALES DE SALINIDAD Y TRANSPARENCIA.

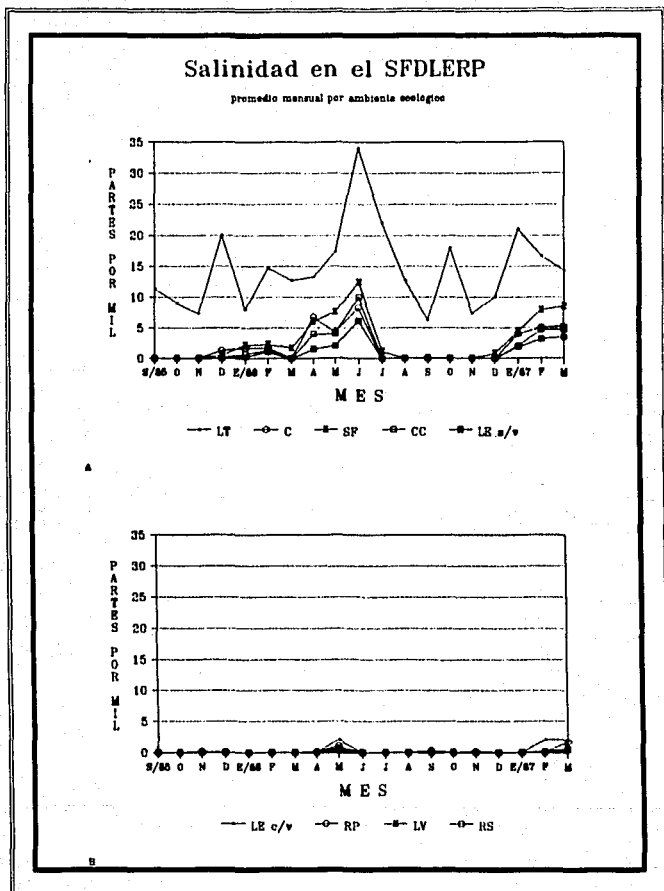


FIGURA 21.- SALINIDAD POR AMBIENTES ECOLÓGICOS EN EL SFDLERP.



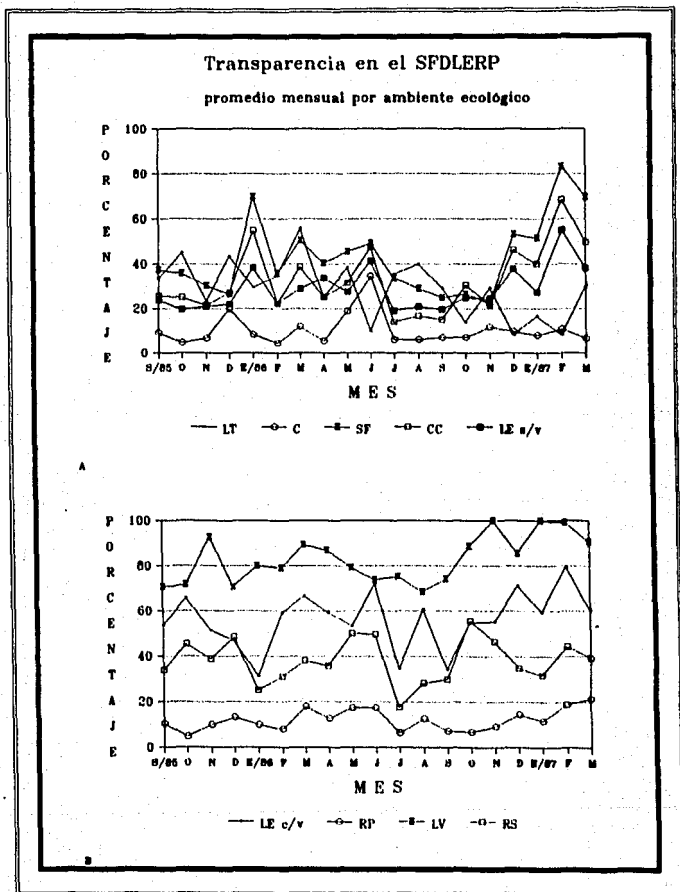


FIGURA 22.- TRANSPARENCIA POR AMBIENTES ECOLÓGICOS EN EL SFDLERP.

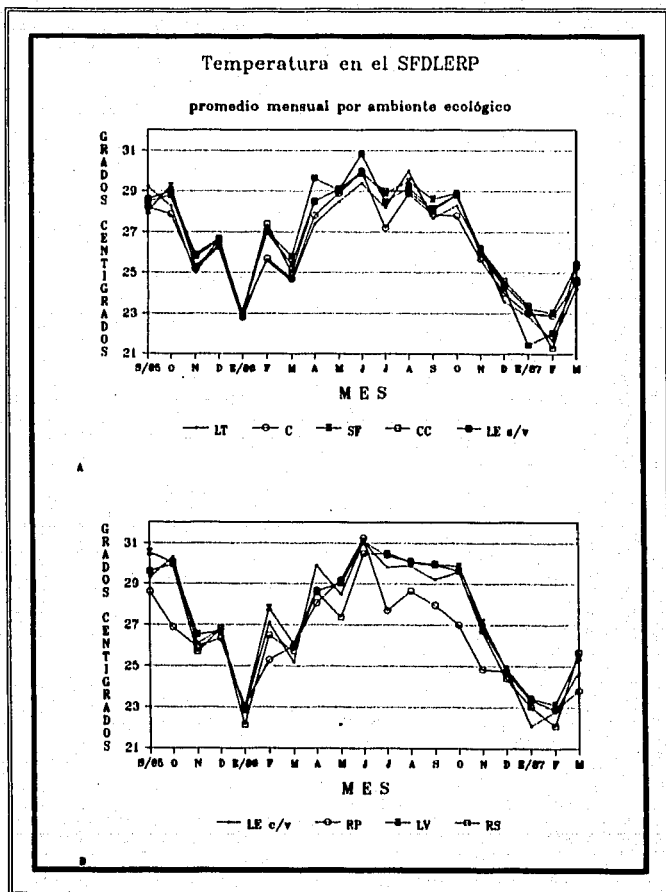


FIGURA 23.- TEMPERATURA POR AMBIENTES ECOLÓGICOS EN EL SFDLERP.

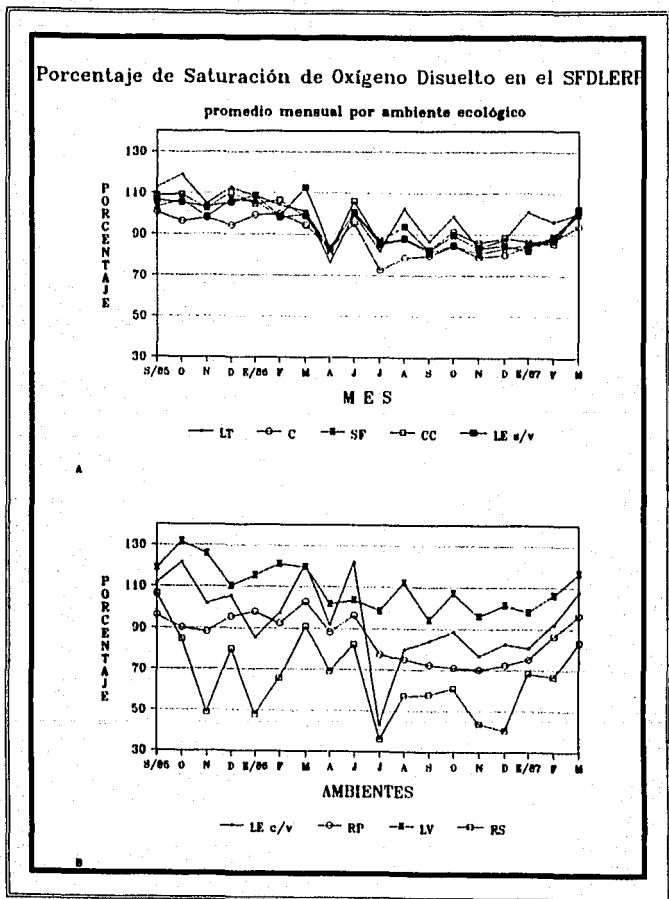


FIGURA 24.- PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO POR AMBIENTES ECOLÓGICOS EN EL SFDLERP.

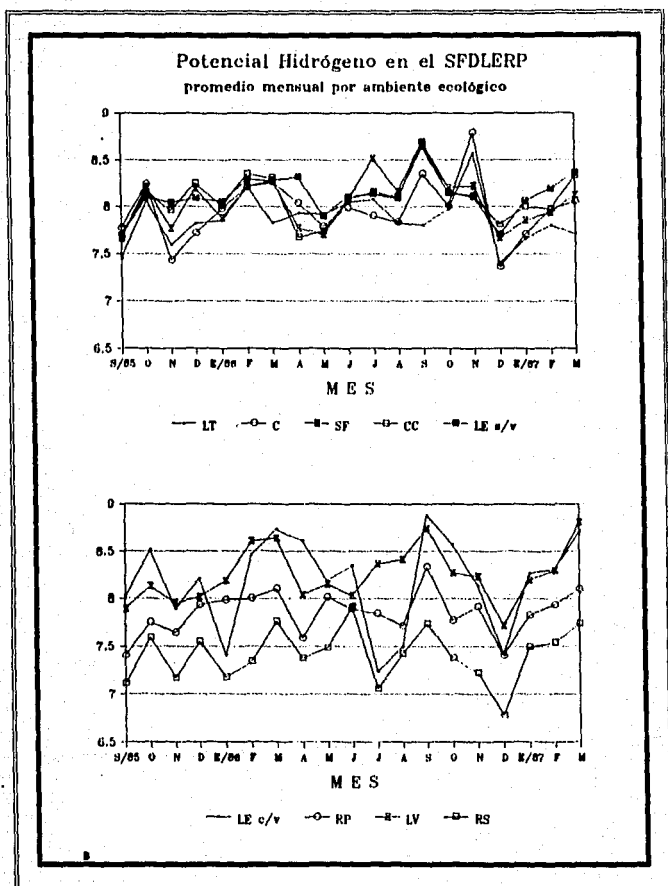


FIGURA 25.- POTENCIAL HIDRÓGENO POR AMBIENTES ECOLÓGICOS EN EL SFDLERP.

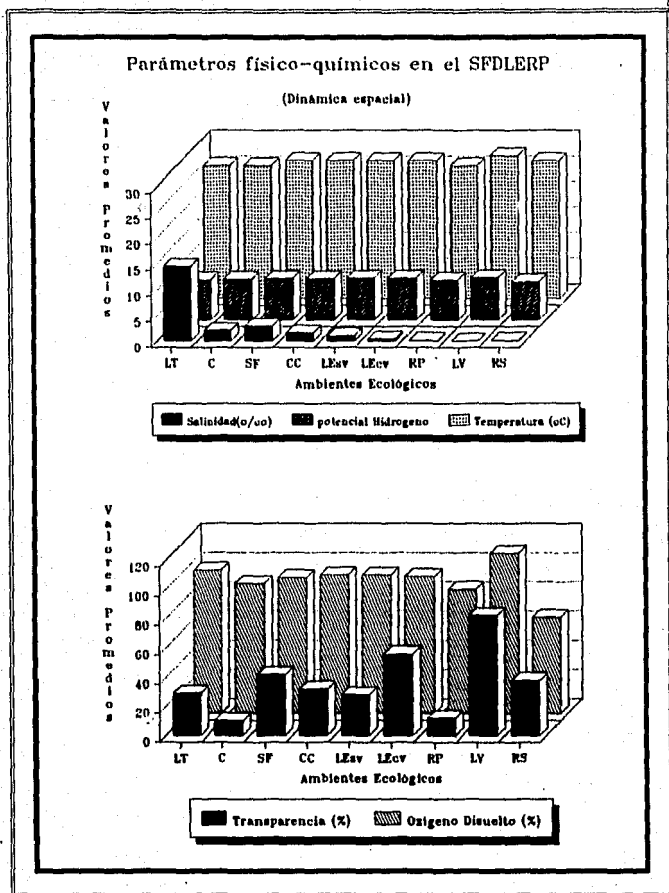


FIGURA 26.- VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN EL SFDLERP

#### IV.II.IV. INFLUENCIA DE MAREA Y FLUVIAL

EN LA FIGURA 27 SE APRECIA LA INFLUENCIA DE LOS EFECTOS DE MAREA Y FLUVIAL, DETERMINANDO LOS LÍMITES ESPACIAL Y TEMPORAL, Y LA MAGNITUD DE CADA UNA EN LAS DISTINTAS ÉPOCAS DEL AÑO.

#### IV.II.V PROCESOS BIOQUÍMICOS

LA RELACION DEL OXÍGENO DISUELTOS Y EL POTENCIAL HIDRÓGENO, ENTRE LOS RÍOS SECUNDARIOS (RS) Y LOS AMBIENTES CON VEGETACIÓN SUMERGIDA (LE c/v y LE s/v), PRESENTA UN CAMBIO DRÁSTICO DE LOS VALORES DE AMBOS PARÁMETROS, DE LOS PROMEDIOS MÍNIMOS A LOS MÁXIMOS DENTRO DEL SFDLERP, DURANTE EL TRANCURSO DE LA MASA ACUÁTICA ENTRE LOS CAUCES FLUVIALES Y LOS AMBIENTES CON HIDROFITAS INMEDIATAMENTE ADYACENTES (FIGURA 28).

#### IV.III. COMUNIDADES ECOLÓGICAS

PARA INTEGRAR LOS RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES E HIDROLÓGICOS CON LA PRODUCCIÓN BIÓTICA DEL ECOSISTEMA, SE UTILIZARON LOS DATOS DE: i) PRODUCTIVIDAD POR VEGETACIÓN ACUÁTICA SUMERGIDA (*Vallisneria americana*), EN LAS LAGUNAS DEL ESTE Y VAPÓR (VERA HERRERA *et. al.*, 1988c), ii) PRODUCTIVIDAD POR VEGETACIÓN LITORAL, CONSIDERANDO LA PRODUCCIÓN DE HOJARASCA,

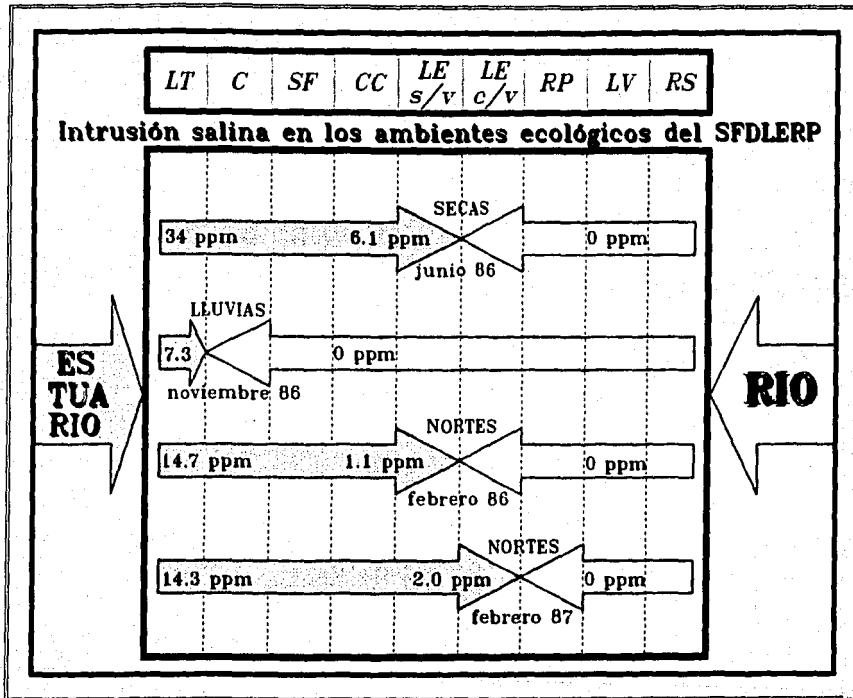


FIGURA 27.- INTRUSIÓN SALINA EN LOS AMBIENTES ECOLÓGICOS DEL SFDLERP, EN LAS TRES ÉPOCAS CLIMÁTICAS

*Las hidrofítas sumergidas como modificadores de algunos parámetros físico-químicos en el SFDLE del río Palizada*

potencial Hidrógeno
  Oxígeno Disuelto (%)

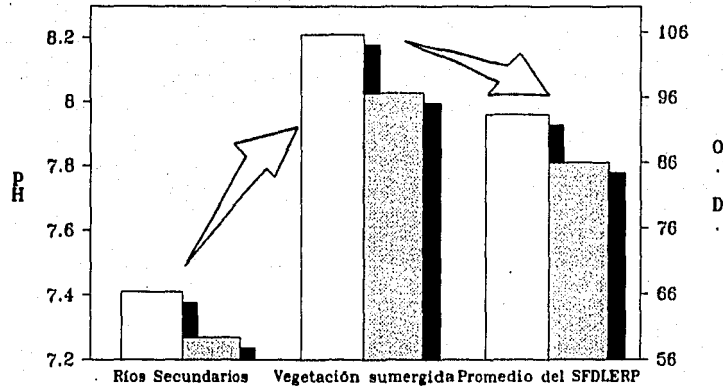


FIGURA 28.- EFECTO DE LAS HIDROFÍTAS SUMERGIDAS SOBRE EL PH Y EL OXÍGENO DISUELTO EN EL SFDLEP



RAMAS Y FRUTOS DE LOS MANGLARES UBICADOS EN EL ÁREA DE BOCA CHICA (DAY *et. al.*, 1987), (ii) PRODUCTIVIDAD FITOPLANCTÓNICA, MEDIDA A TRAVÉS DE LA PRODUCCIÓN DE CLOROFILA  $\alpha$  EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS, CON UNA ESTACIÓN DE MUESTREO CERCANA A BOCA CHICA Y (iv) PRODUCCIÓN SECUNDARIA, REPRESENTADA POR LA ICTIOFAUNA DEL ECOSISTEMA (ROJAS GALAVÍZ *et. al.*, 1989).

#### IV.III.I DINÁMICA TEMPORAL

LA PRODUCTIVIDAD POR MANGLAR PRESENTA UN COMPORTAMIENTO CÍCLICO, CON PULSOS MÁXIMOS EN MAYO Y SEPTIEMBRE, Y MÍNIMOS EN FEBRERO Y JULIO Y DICIEMBRE DE 1987 (25 y 140  $g/m^2$  RESPECTIVAMENTE). LA BIOMASA DE *Vallisneria americana*, TAMBIÉN MUESTRA UNA EVOLUCIÓN CÍCLICA PERO CON UNA PERIODICIDAD TRIMESTRAL; EL MÁXIMO VALOR SE REGISTRÓ EN OCTUBRE (585  $g$  peso seco/  $m^2$ ) Y EL MÍNIMO EN MAYO (287  $g$  peso seco/  $m^2$ ); PARA LA CLOROFILA, LOS VALORES SON BAJOS ENTRE ABRIL Y JUNIO Y ALTOS EN NOVIEMBRE (15 y 5.0  $mg/m^3$  RESPECTIVAMENTE).

LOS PECES SE HAN SEPARADO DE ACUERDO CON SUS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS: (i) LOS MARINOS CON DEPENDENCIA ESTUARINA, SE ENCUENTRAN CON UNA BIOMASA ALTA EN FEBRERO (0.2  $g/m^2$ ) Y BAJA EN JUNIO (INICIO DE LLUVIAS, CON 0.03  $g/m^2$ ); (ii) LOS ESTUARINOS, REPRESENTAN LA MAYOR BIOMASA DURANTE TODO EL AÑO, CON VALORES MÁXIMOS EN DICIEMBRE Y MÍNIMOS EN NOVIEMBRE (ÉPOCA DE LLUVIAS,

CON 12 Y 0.4  $g/m^2$  RESPECTIVAMENTE); Y (ii) LOS DULCEACUÓCOLAS, CON MÁXIMOS EN FEBRERO Y MÍNIMOS EN OCTUBRE (0.2 Y 0.06  $g/m^2$  RESPECTIVAMENTE), (FIGURA 29).

#### IV.III.II DINÁMICA ESPACIAL

LA PRODUCTIVIDAD POR MANGLAR EN BOCA CHICA, MUESTRA UN PROMEDIO MENSUAL DE 75.31  $g/m^2$ . LA PRODUCTIVIDAD POR VEGETACIÓN SUMERGIDA EN TODO EL SFDLERP TIENE UN PROMEDIO MENSUAL DE 383.03  $g$  peso seco/ $m^2$ ; LAGUNA DEL VAPOR ARROJA VALORES DE 302.24  $g$  peso seco/ $m^2$ , Y LAGUNA DEL ESTE, CONSIDERANDO LAS ZONAS DELTÁICA Y SUR, DE 423.43  $g$  peso seco/ $m^2$ .

LA BIOMASA POR PECES PRESENTA EN TODO EL SFDLERP, UN PROMEDIO MENSUAL DE 0.41  $g/m^2$ ; ACORDE CON LAS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS ESPECÍFICAS Y DE LOS AMBIENTES ECOLÓGICOS, ES LA SIGUIENTE: (i) MARINOS CON DEPENDENCIA ESTUARINA 0.15  $g/m^2$  DE PROMEDIO, CON MÁXIMOS EN LE s/v (0.35  $g/m^2$ ) Y AUSENTES EN LV; (ii) ESTUARINOS, CON PROMEDIO DE 0.98  $g/m^2$ , CON MÁXIMOS EN C (2.31  $g/m^2$ ) Y MÍNIMOS EN LV (0.01  $g/m^2$ ); (iii) DULCEACUÓCOLAS, CON 0.09  $g/m^2$  DE PROMEDIO, CON MÁXIMOS EN LV (0.24  $g/m^2$ ) Y AUSENTES EN LT (FIGURA 30).

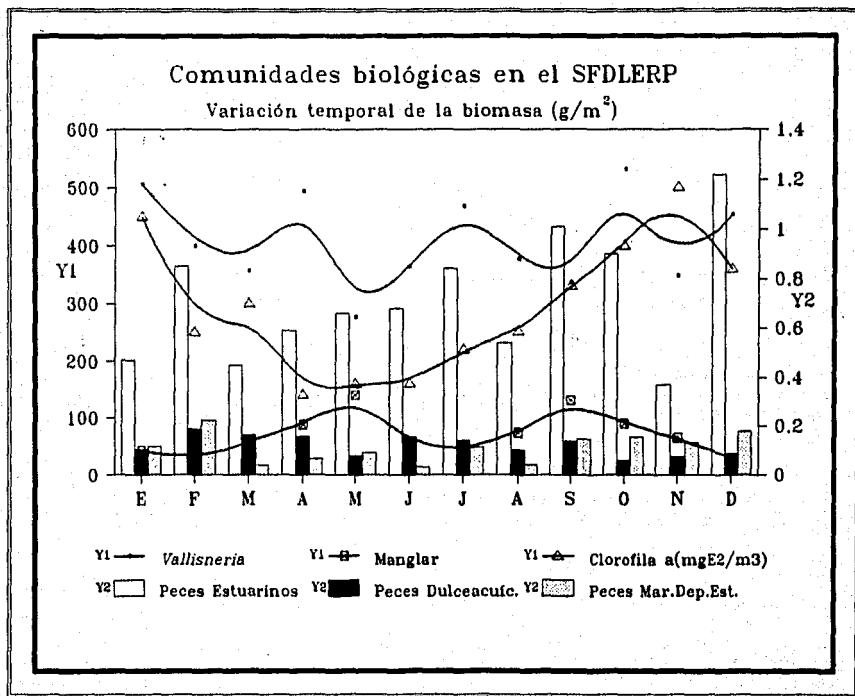


FIGURA 29.- VARIACIÓN TEMPORAL DE LA BIOMASA EN EL SFDLERP.

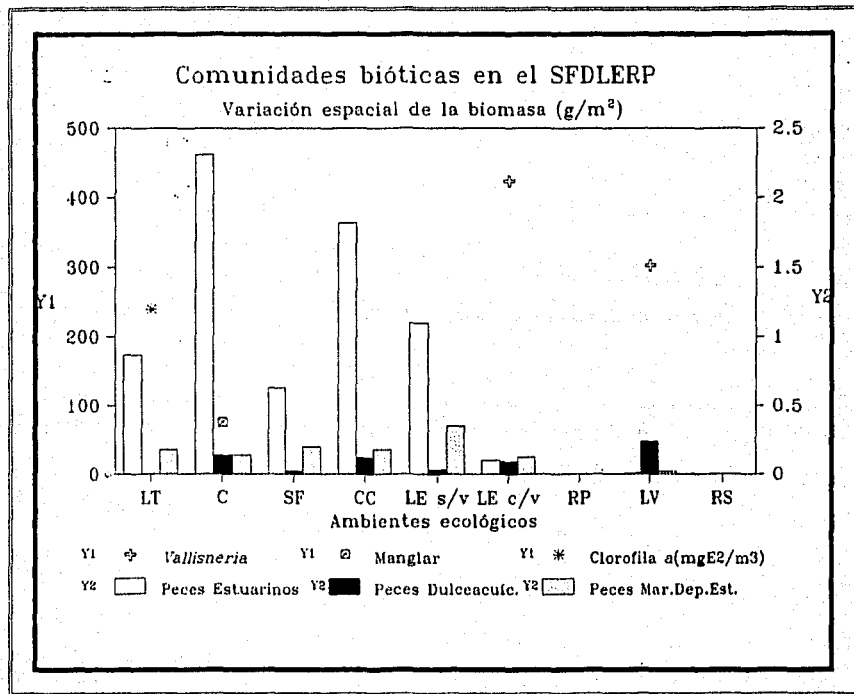


FIGURA 30.- VARIACIÓN ESPACIAL DE LA BIOMASA EN EL SFDLERP.

## CAPITULO V

### DISCUSION

#### V.I VARIABLES AMBIENTALES

##### V.I.I SERIES DE TIEMPO

LAS CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE CUALQUIER ECOSISTEMA ESTÁN DETERMINADAS POR SUS COMPONENTES ABIÓTICOS, AUNQUE LOS EFECTOS DE ALGUNAS DE ESTAS VARIABLES PUEDAN SER PARCIALMENTE MODIFICADAS POR LA COMUNIDAD DE ORGANISMOS. LA HETEROGENEIDAD ESPACIAL Y LA VARIABILIDAD TEMPORAL DE LOS FACTORES ABIÓTICOS DETERMINANTES REGULAN EL TAMAÑO DE LAS POBLACIONES, EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN DE LAS COMUNIDADES A TALES CAMBIOS (RANGO DE TOLERANCIA). ESTAS FLUCTUACIONES AMBIENTALES SE PUEDEN CONOCER AL TRAVÉS DE REGISTROS EN SERIES DE TIEMPO.

EL FACTOR TIEMPO ES UNA VARIABLE INTANGIBLE, SIN EMBARGO, FUNDAMENTAL EN LA EVOLUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS; Y LA ESCALA QUE SE ELIGE PARA SU MEDICIÓN DEBE ESTAR ACORDE CON LOS OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN (CLAPHAM, 1973). EXISTEN DIVERSOS NIVELES DE VARIABILIDAD TEMPORAL EN LOS ECOSISTEMAS, TAN CORTOS COMO ALGUNAS REACCIONES QUÍMICAS, DESCARGAS ELÉCTRICAS O IMPULSOS NERVIOSOS ( $10^{-15}$  AÑOS), O TAN LARGOS COMO LOS CAMBIOS GEOLÓGICOS

(10<sup>o</sup> años); SIN EMBARGO, DESDE EL PUNTO DE VISTA ECOLÓGICO, LOS MÁS EVIDENTES SON LOS CICLOS TEMPORALES QUE INVOLUCRAN PERIODOS DIURNOS, LUNARES O ESTACIONALES.

LA COMPLEJIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LOS ECOSISTEMAS COSTEROS TROPICALES ES ALTA, ASÍ COMO, IMPRESCINDIBLE DE ANALIZAR EN CUANTO A LOS FACTORES ABIÓTICOS DETERMINANTES DE SU DINÁMICA ECOLÓGICA. LA PERSPECTIVA DE SERIES DE TIEMPO APLICADA EN EL ESTUDIO DEL *SFDLERP*, CONSIDERA PERIODOS HISTÓRICOS (MEDICIONES DIARIAS DURANTE AÑOS) DE REGISTRO DE LOS FACTORES FUNDAMENTALES, QUE INDICAN LOS LÍMITES DE TOLERANCIA Y LOS ÓPTIMOS PARA LAS COMUNIDADES EN EL ECOSISTEMA. DE ACUERDO CON VERA HERRERA *et. al.* (1988a) Y ROJAS GALAVÍZ *et. al.* (1989). EN LA DINÁMICA HIDROLÓGICA DEL *SFDLERP* LA DESCARGA FLUVIAL ES EL FACTOR FUNDAMENTAL; LO CUAL AUNADO A LA INTERACCIÓN DE LA ATRACCIÓN GRAVITACIONAL (MAREAS), EL FLUJO ATMOSFÉRICO (VIENTOS) Y LA PRECIPITACIÓN REGIONALES, DETERMINAN EN CONJUNTO LA DINÁMICA ABIÓTICA. EL ANÁLISIS DE LAS SERIES DE TIEMPO PARA CADA COMPONENTE NOS PROPORCIONA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN.

### V.I.II      DESCARGA FLUVIAL

EL ANÁLISIS DE LOS REGISTROS DIARIOS DE DESCARGA FLUVIAL INDICAN LA PRESENCIA DE UN PULSO MÁXIMO Y UN MÍNIMO DURANTE EL CICLO ANUAL ESTRECHAMENTE RELACIONADO CON LOS PERIODOS DE LLUVIA. UN ANÁLISIS A MAYOR ESCALA TEMPORAL, PARECE INDICAR LA PRESENCIA DE EVENTOS CON PERIODOS DE TIEMPO MÁS LARGO QUE MODULAN ESTA

DINÁMICA; SIN QUE EN LA PRESENTE TESIS SE HAYA DISCUTIDO EL ORIGEN DE ESTA PERIODICIDAD. LA ABUNDANTE INFORMACIÓN PROCESADA PERMITIÓ SU MODELACIÓN, SIN EMBARGO SERÁ NECESARIO CONTINUAR CON LAS SIGUIENTES FASES DEL MODELADO A FÍN DE CONFIRMAR SU IMPORTANCIA EN LA ECOLOGÍA DEL SISTEMA.

#### V.I.I.II NIVEL DEL MAR

EN EL GOLFO DE MÉXICO, LAS VARIACIONES DEL NIVEL MEDIO DEL MAR SON CAUSADAS POR DIFERENTES FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS (ADEMÁS DE LOS EFECTOS GRAVITACIONALES) COMO: LOS VIENTOS DEL NORTE, LOS CICLONES Y LAS LLUVIAS CAUSADAS POR ELLOS, LOS CAMBIOS EN LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y EL EFECTO COMBINADO DE PRESIÓN Y VIENTOS, PRINCIPALMENTE (GRIVEL, 1979). PARA LA LAGUNA DE TÉRMINOS ADYACENTE AL SFDLERP, EL RÉGIMEN DE MAREAS EN LA BOCA DEL CARMEN ES DE TIPO MIXTA CON PREDOMINANCIA DIURNA (OCURRE UNA PLEAMAR Y UNA BAJAMAR EN CADA DÍA DE MAREA) CON UNA AMPLITUD DE 0.42 m (GRIVEL, 1988). SI BIEN EL CAMBIO DIARIO EN EL NIVEL DEL MAR DENTRO DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS ESTÁ REGIDO FUNDAMENTALMENTE POR LA MAREA, LA EVOLUCIÓN ESTACIONAL SE ENCUENTRA ESTRECHAMENTE VINCULADA CON LA DESCARGA FLUVIAL Y LOS VIENTOS DOMINANTES.

LOS SISTEMAS FLUVIO-LAGUNARES QUE DRENAN EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS, ESTABLECEN UNA DINÁMICA PARTICULAR A FIN DE LOGRAR UN ADECUADO BALANCE ENTRE LAS MASAS DE AGUA QUE APORTAN Y LAS PROVENIENTES DEL GOLFO DE MÉXICO. LA BOCA DEL CARMEN ES LA PRINCIPAL VIA DE DRENAJE DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS HACIA EL GOLFO

DE MÉXICO (JENSEN *et. al.*, 1989) Y POR EL PATRÓN GENERAL DE CIRCULACIÓN, TAMBIÉN LA SALIDA NATURAL DE LAS DESCARGAS FLUVIALES; POR TANTO ES EVIDENTE QUE EL PULSO DE MÁXIMO NIVEL DEL MAR COINCIDA CON LA MAYOR DESCARGA FLUVIAL. SIN EMBARGO, LOS NIVELES MÁS BAJOS EN EL NIVEL DEL MAR ESTAN ASOCIADOS CON OTROS FACTORES ENTRE LOS QUE DESTACA EL RÉGIMEN DE VIENTOS, PARTICULARMENTE LOS PROVENIENTES DEL SURESTE, QUE AUNADOS CON LA ORIENTACIÓN Y MORFOMETRÍA DEL *SFDLERP* Y LA LAGUNA DE TÉRMINOS, COADYUVAN EN EL ESTABLECIMIENTO DE LOS MECANISMOS HIDRODINÁMICOS PARA EL VACIADO DE LA CUENCA.

#### V.I.I.III RÉGIMEN DE VIENTOS

EL RÉGIMEN DE LOS VIENTOS ES UN FACTOR CUYO EFECTO EN LA DINÁMICA HIDROLÓGICA DEL COMPLEJO *RPEH* COSTERO ES FUNDAMENTAL, DETERMINANDO EN GRAN MEDIDA EL DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL DE LAS MASAS DE AGUA. EN EL GOLFO DE MÉXICO, ENTRE LOS MESES DE OCTUBRE A ABRIL ESTÁN INFLUENCIADOS POR LA INTERACCIÓN DE MASAS DE AIRE FRÍO Y SECO PROVENIENTE DEL INTERIOR DEL CONTINENTE (EUA Y CANADÁ), CON LAS MASAS PROPIAS DEL GOLFO DE MÉXICO DE ORIGEN MARÍTIMO Y CARACTERÍSTICAS TROPICALES, QUE PROVOCAN UNA FUERTE FRONTOGÉNESIS; DURANTE EL RESTO DEL AÑO, LAS CARACTERÍSTICAS SON MÁS TROPICALES DEBIDO A LA INFLUENCIA DEL RÉGIMEN DE LOS VIENTOS ALISIOS (TAPANES, *et. al.*, 1981).



EL ANÁLISIS DE LOS REGISTROS MUESTRA UNA PREDOMINANCIA DE LOS VIENTOS DEL SURESTE DURANTE LA MAYOR PARTE DEL AÑO, LA CUAL, AUNADA A LA DIRECCIÓN DEL FLUJO FLUVIAL DOMINANTE, PRODUCE UN EFECTO NETO DE EXPORTACIÓN DE AGUA FLUVIAL DEL *SFDLERP* HACIA LA LAGUNA DE TÉRMINOS Y DE ÉSTA AL GOLFO DE MÉXICO; EN INVIERNO LA PRESENCIA DE VIENTOS DEL NORTE PRODUCE UN EFECTO DE RETENCIÓN DEL AGUA FLUVIAL E INCLUSO EL FAVORECIMIENTO DEL INGRESO DE AGUA MARINA A LOS ECOSISTEMAS ESTUARINOS. POR LO SOMERO DE LA CUENCA, LOS VIENTOS EN GENERAL EFECTÚAN UNA IMPORTANTE MEZCLA VERTICAL EN LA COLUMNA DE AGUA, PROVOCANDO LA RESUSPENSIÓN DE SEDIMENTOS Y NUTRIENTES AUTÓCTONOS Y ALÓCTONOS, QUE SON FINALMENTE EXPORTADOS A LA PLATAFORMA CONTINENTAL EN EL BANCO DE CAMPECHE, ENRIQUECIENDO SU PRODUCTIVIDAD PRIMARIA.

#### V.I.IV PRECIPITACIÓN

LAS ÉPOCAS CLIMÁTICAS REGULAN LA PRECIPITACIÓN ESTACIONAL; EL PERIODO TÍPICO DE LLUVIAS SE ENMARCA DESDE JUNIO HASTA FINALES DE OCTUBRE, ALGUNAS PRECIPITACIONES ASOCIADAS CON LOS FRENTES ATMOSFÉRICOS DEL NORTE SE PRESENTAN ENTRE NOVIEMBRE Y FEBRERO, CONSTITUYENDO UN VOLUMEN CONSIDERABLE EN EL RÉGIMEN PLUVIAL; FINALMENTE, LA ÉPOCA DE SECAS QUEDA COMPRENDIDA ENTRE FEBRERO Y MAYO.

LA MAGNITUD DE AGUA PLUVIAL QUE INGRESA AL *SFDLERP*, ES PRODUCTO DE LA CAPTACIÓN POR LA PROPIA CUENCA, ASÍ COMO POR LA COLECCIÓN EN LA PARTE ALTA DE LOS RÍOS USUMACINTA, LAS PIÑAS, MARENTES Y

LAS CRUCES, LOS CUALES EN SU TRANCURSO POR DIVERSAS PROVINCIAS GEOGRÁFICAS Y SEDIMENTARIAS, ACARREAN UNA ALTA DIVERSIDAD DE MATERIALES QUE INTERVIENEN EN COMPLEJOS PROCESOS BIOGEOQUÍMICOS, CON EL CONSECUENTE ENRIQUECIMIENTO DE NUTRIENTES Y LAMENTABLEMENTE, EL EFECTO COLATERAL QUE TIENEN LOS DESECHOS AGRÍCOLAS Y URBANOS DE LAS REGIONES ALEDAÑAS A LOS CAUCES.

#### V.I.I.V EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA

LA PERSISTENTE DINÁMICA DE LOS FACTORES ABIÓTICOS MUESTRA SUS EFECTOS SOBRE LA EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL SFDLERP. EL PREDOMINIO FLUVIAL PRODUCE UN APORTE NETO DE TERRÍGENOS QUE HAN DESARROLLADO PROCESOS DELTÁICOS; TANTO EN EL INTERIOR DEL SISTEMA COMO EN LAS ZONAS DE CONTACTO CON LA LAGUNA DE TÉRMINOS Y EL GOLFO DE MÉXICO. EL EFECTO GEOMORFOLÓGICO DE ESTE PROCESO PROVOCA QUE EL DEPÓSITO DE SEDIMENTOS ESTÉ AISLANDO DE LA INFLUENCIA MARINA LOS CUERPOS DE AGUA FORMADOS POR LOS CAUCES FLUVIALES (COLL DE HURTADO, 1975), ESTA INFLUENCIA SE EVIDENCIA POR LA PRESENCIA DE COMUNIDADES VEGETALES DULCEACUÍCOLAS EN LAS LAGUNAS DEL VAPOR Y DEL ESTE, ASÍ COMO, CONSERVANDO EL INGRESO DE FAUNA EURIHALINA QUE APROVECHA ESTOS AMBIENTES EN ALGUNA ETAPA DE SU CICLO DE VIDA.

#### V.I.II MODELO ESQUEMÁTICO

EL MODELO ESQUEMÁTICO ANUAL DE LA VARIACIÓN DIARIA DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES DETERMINANTES DE LA DINÁMICA ECOLÓGICA EN

EL *SFDLERP* SINTETIZA LA INFORMACIÓN DISPONIBLE, Y PERMITE LA COMPRENSIÓN DE ALGUNOS PROCESOS ECOLÓGICOS BÁSICOS QUE EN ÉL SE DESARROLLAN. REPRESENTA LA PRIMERA ETAPA EN UN PROCESO DE CUANTIFICACIÓN DE LA MAGNITUD DE PARTICIPACIÓN DE CADA FACTOR SOBRE LA FASE ABIÓTICA A FIN DE ELABORAR UN MODELO ECOLÓGICO GLOBAL PARA EL *SFDLERP*. EL OBJETIVO DE LA PRESENTE TESIS NO CONTEMPLA EL ANÁLISIS DEL BALANCE DINÁMICO AL TRAVÉS DE UNA METODOLOGÍA MATEMÁTICA, SIN EMBARGO, SÍ SE FUNDAMENTA EN LOS PRINCIPIOS FÍSICOS QUE MODULAN LA ECOLOGÍA DEL *SFDLERP*.

DE ACUERDO CON DYER (1973), EL BALANCE DINÁMICO EN LOS ESTUARIOS ESTÁ GOBERNADO POR LA SEGUNDA LEY DE NEWTON, QUE ESTABLECE QUE LA FUERZA ES IGUAL AL PRODUCTO DE LA MASA POR LA ACELERACIÓN. LAS FUERZAS INVOLUCRADAS EN LOS PROCESOS ESTUARINOS SON: LOS GRADIENTES DE DENSIDAD QUE SE TRADUCEN GENERALMENTE EN DIFERENCIAS HORIZONTALES DE PRESIÓN, FUERZA DE CORIOLIS DADA POR LA ROTACIÓN TERRESTRE, FUERZA DEL VIENTO SOBRE LA SUPERFICIE DEL AGUA, FUERZA DE FRICCIÓN SOBRE EL FONDO, TURBULENCIA, Y LA VISCOSIDAD MOLECULAR.

PARA EL DESARROLLO DEL MODELO, SE UTILIZARON DIVERSOS VALORES DE LOS PARÁMETROS QUE MUESTRAN LOS EFECTOS DE LA INTERACCIÓN DE LAS FUERZAS CITADAS ANTERIORMENTE. EL MARCO DE REFERENCIA ESPACIAL ESTÁ DADO POR LAS DIMENSIONES DEL *SFDLERP*, CUYA RELACIÓN ÁREA-PROFUNDIDAD INDICA QUE ES UNA CUENCA SOMERA EN LA CUAL LA DESCARGA FLUVIAL, SU MORFOMETRÍA Y LA ORIENTACIÓN DE SUS EJES RESPECTO DE LOS VIENTOS PREDOMINANTES FAVORECEN EL INGRESO DE

ENERGÍA EN DIVERSAS FORMAS, TRADUCIÉNDOSE EN UN ECOSISTEMA CON UN ALTO DINAMISMO.

EL ANÁLISIS DEL MODELO OBTENIDO MUESTRA QUE LA DINÁMICA DE DESCARGA FLUVIAL ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS ABIÓTICAS BÁSICAS DEL SFDLERP. DURANTE EL PERIODO DE ALTA DESCARGA (SEPTIEMBRE - DICIEMBRE), EL SISTEMA SE TRANSFORMA EN UN AMBIENTE TOTALMENTE DULCEACUÍCOLA, FAVORECIENDO UNA FUERTE EXPORTACIÓN DE MATERIALES HACIA LA LAGUNA DE TÉRMINOS Y EL GOLFO DE MÉXICO. SE CARACTERIZA TAMBIÉN POR EL DESCENSO EN EL PORCENTAJE DE TRANSPARENCIA Y LA TEMPERATURA DEL AGUA. LA DISMINUCIÓN DEL INGRESO DE ENERGÍA FLUVIAL (MARZO - JUNIO), PERMITE QUE LA MAREA ACTÚE DENTRO DEL SISTEMA, FORMÁNDOSE UNA INTRUSIÓN SALINA OCASIONADA POR LAS CORRIENTES RESIDUALES (SALAS DE LEÓN, *comunicación personal*), QUE ELEVA INCLUSO LOS PORCENTAJES DE TRANSPARENCIA EN LA MAYOR PARTE DEL SISTEMA.

LA CORRELACIÓN MÁS EVIDENTE SE ESTABLECE ENTRE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y LA DESCARGA FLUVIAL CON UN DEFASAMIENTO APROXIMADO DE UN MES, OCASIONADO POR EL TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE LA PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DE DRENAJE Y SU CONCENTRACIÓN EN EL CAUCE FLUVIAL. LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL JUEGA UN PAPEL DECISIVO AL INCORPORAR LOS NUTRIENTES PRODUCIDOS POR LA DEGRADACIÓN FOLIAR DE LOS MANGLARES RIBEREÑOS Y LAS OTRAS COMUNIDADES VEGETALES ADYACENTES A LAS MASAS DE AGUA, LO CUAL SE MANIFIESTA AL TRAVÉS DE UNA CONCENTRACIÓN MAYOR DE NUTRIMENTOS EN EL

SFDLERP QUE EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS (VERA - HERRERA *et. al.*, 1988a).

SEGÚN NIXON (1988), LOS VIENTOS DETERMINAN EL PATRÓN DE MOVIMIENTO DEL AGUA EN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS LOCALES DE RANGO DE MAREAS, BATIMÉTRICAS Y GEOGRÁFICAS. EL MODELO OBTENIDO EN LA REGIÓN DE ESTUDIOS, MUESTRA CON BASTANTE VERACIDAD LO ANTERIORMENTE CITADO; EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS, LA PERSISTENCIA DE LOS VIENTOS DEL SURESTE Y LA AUSENCIA DE VIENTOS DEL NORTE, AUNADOS A LA DISMINUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN Y DESCARGA FLUVIAL, TIENEN UN EFECTO DE SALIDA DE AGUA QUE PRODUCE EL DESCENSO MÁS IMPORTANTE DEL NIVEL DEL MAR ENTRE JUNIO Y SEPTIEMBRE.

NO OBSTANTE, PARA EL PERIODO DE NORTES (FINALES DE OCTUBRE - PRINCIPIOS DE MARZO) EL CAMBIO EN LA DIRECCIÓN DEL VIENTO MODIFICA RADICALMENTE EL PATRÓN DE CIRCULACIÓN (JENSEN *et. al.*, 1989), Y SU EFECTO ECOLÓGICO SE REALZA DADO QUE EL INGRESO DE AGUA DEL GOLFO DE MÉXICO POR LA BOCA DEL CARMEN PROPICIA QUE ÉSTA LLEGUE AL SFDLERP, OFRECIENDO A LAS COMUNIDADES EURIHALINAS PROVENIENTES DEL GOLFO, UNA AMPLIACIÓN DE SU HABITAT, QUE LES PERMITE AVANTAJAR A OTRAS ESPECIES EN EL DESARROLLO DE SU CICLO DE VIDA. UN PROCESO SIMILAR, PERO EN ÉPOCAS DIFERENTES SE PRESENTA EN LA REGIÓN CENTRAL-SUR DE LOUISIANA, USA EN LA CUAL POR SU ORIENTACIÓN, LOS VIENTOS DEL SUR Y ESTE TIENDEN A ELEVAR EL NIVEL DEL AGUA Y LOS DEL NORTE A DISMINUIRLO (STERN, *et. al.*, 1986).

LA INTERACCIÓN DE LAS VARIABLES MENCIONADAS PROPICIA LA MEZCLA VERTICAL DE LAS MASAS DE AGUA. EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN EL SFDLERP NO ES SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTE, LO CUAL SUGIERE QUE ESTE TIPO DE MEZCLA ES EL RESPONSABLE DE LA HOMOGENIZACIÓN EN LA COLUMNA DE AGUA. INTERVIENE ASIMISMO, EN DIVERSOS ASPECTOS FÍSICOS Y ECOLÓGICOS; FAVORECIENDO ENTRE OTROS ASPECTOS, LOS PATRONES DE CIRCULACIÓN CONSERVATIVA; LA HOMOGENIZACIÓN DE LA TEMPERATURA Y EL OXÍGENO DISUELTO EN LA COLUMNA DE AGUA; LA MODIFICACIÓN DEL CICLO DE NUTRIENTES; Y EL FAVORECIMIENTO DE REACCIONES FÍSICOQUÍMICAS ENTRE LAS PARTÍCULAS. TODO ELLO SE RELACIONA CON LOS RANGOS DE RESPIRACIÓN, ALIMENTACIÓN, EXCRECIÓN Y CRECIMIENTO DE LA BIOTA Y CONTRIBUYE AL ACOPLAMIENTO DE LAS COMUNIDADES HETERÓTROFAS BÉNTICAS CON LAS COMUNIDADES AUTÓTROFAS; MODIFICANDO LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS TRAMAS ALIMENTICIAS (NIXON *op. cit.*).

### VI.III AJUSTE POLINOMIAL DE VARIABLES AMBIENTALES

CON BASE EN EL AJUSTE DE TIPO POLINOMIAL A LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES DETERMINANTES DE LA DINÁMICA HIDROLÓGICA EN EL SFDLERP DURANTE EL PERIODO DE MUESTREOS, SE DETERMINÓ QUE LAS MÁXIMAS DESCARGAS FLUVIALES FUERON ENTRE JULIO Y NOVIEMBRE, Y LAS MÍNIMAS ENTRE FEBRERO Y MAYO. EL NIVEL DEL MAR SE INCREMENTÓ DESPUÉS DE LA DESCARGA, SIN EMBARGO EN OCTUBRE DE 1985 FUE EXCEPCIONALMENTE ALTO, OCASIONADO POR LOS VIENTOS DEL

NORTE; PARA 1986, LA RESPUESTA DEL NIVEL DEL MAR A LA DESCARGA ES TARDÍA, MANTENIENDOSE ALTO HASTA ENERO DE 1987, CON UN DESCENSO A PRINCIPIOS DE FEBRERO PARA INCREMENTARSE NUEVAMENTE A FINALES DEL MISMO Y MARZO INCLUSIVE, AÚN CUANDO LA PRECIPITACIÓN REGIONAL Y LA DESCARGA FUERON MÍNIMAS.

## V.II

## PARAMETROS FISICO-QUIMICOS

EL CONOCIMIENTO DEL ORIGEN DE LAS AGUAS, DE LOS SEDIMENTOS Y LOS PROCESOS FLUVIALES SON NECESARIOS PARA COMPRENDER LA ECOLOGÍA DE LOS SISTEMAS. LA AMPLIA VARIEDAD EN LA COMPOSICIÓN DEL MATERIAL DISUELTO EN LOS RÍOS REFLEJA LA IMPORTANCIA RELATIVA DE LA CLIMATOLOGÍA Y LA PRECIPITACIÓN COMO FUENTES DE SOLUTOS, LOS CUALES ESTÁN DETERMINADOS POR LAS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y FISIAGRÁFICAS DEL ÁREA DE DRENAJE Y LOS PROCESOS GEOQUÍMICOS ASÍ COMO LAS FUENTES ANTROPOGÉNICAS. DENTRO DEL SISTEMA FLUVIAL (BURTON, 1988).

EL RÍO USUMACINTA EN SU PARTE ALTA DRENA ÁREAS DE CALIZAS CRETÁICAS Y DEL TERCIARIO, LO CUAL SUGIERE QUE UNA PARTE DE LA CARGA SEDIMENTARIA SE ENCUENTRE EN SOLUCIÓN (WEST, 1976); AL LLEGAR A LA PLANICIE COSTERA, RECIBE MATERIAL DE LOS PANTANOS ADYACENTES, DE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS Y GANADEROS; FINALMENTE EN SU PARTE BAJA, LA INTERACCIÓN DEL PALIZADA-USUMACINTA CON LAS AGUAS DEL GOLFO DE MÉXICO EN EL SFDLERP, FORMA UNA MASA DE AGUA CON CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS MUY COMPLEJAS. EL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL PRESENTE ESTUDIO OFRECEN UN PANORAMA DE LA

EVOLUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DURANTE 19 MESES EN LOS 9 AMBIENTES ECOLÓGICOS DETERMINADOS.

## V.II.I SALINIDAD

LA PRESENCIA DE SALINIDAD EN LA ZONA ESTUARINA DEL *SFDLERP* ES PERMANENTE TODO EL CICLO ANUAL CON UN PERÍODO DE INCREMENTO GRADUAL QUE SE INICIA EN DICIEMBRE Y ALCANZA SUS VALORES MÁXIMOS EN JUNIO A CONSECUENCIA DEL BAJO APORTE FLUVIAL. ESPACIALMENTE, DESTACA LA IRRUPCIÓN DEL PROMEDIO MÁS ELEVADO EN LAGUNA SAN FRANCISCO DENTRO DE UN ESQUEMA DE GRADUAL DISMINUCIÓN HACIA LAS PORCIONES MÁS INTERNAS DEL SISTEMA, REFLEJANDO CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE CIRCULACIÓN OCASIONADA MUY PROBABLEMENTE POR LAS CORRIENTES RESIDUALES DE LA MASA ACUÁTICA EN ESTA LAGUNA, DIFERENTES AL RESTO DEL SISTEMA.

A EXCEPCIÓN DE LAGUNA SAN FRANCISCO, EL EFECTO DE LA INTRUSIÓN SALINA SE VE CLARAMENTE SEPARADO EN DOS ÉPOCAS DIFERENTES: UNA MODERADA DE DICIEMBRE A MARZO, Y UNA MÁS FUERTE DE ABRIL A JUNIO, REFLEJANDO DIRECTAMENTE DOS DE LAS EPOCAS CLIMÁTICAS REGIONALES, 'NORTES' Y 'SECAS' RESPECTIVAMENTE. EL GRADO DE EFECTO ESPACIAL PARA 'NORTES', SÓLO ALCANZA LAS PORCIONES INTERMEDIAS DEL SISTEMA, SIN EMBARGO, EN ALGUNAS OCASIONES LLEGA A PENETRAR A LAS PARTES ALTAS DEL *SFDLERP*; MIENTRAS QUE EN 'SECAS' INFLUYE A TODO EL SISTEMA INCLUYENDO EL AMBIENTE FLUVIAL PRINCIPAL (RÍO PALIZADA) Y LOS FLUVIALES SECUNDARIOS. LAS REFERIDAS CARACTERÍSTICAS TEMPORALES Y ESPACIALES DEL EFECTO



SALINO IDENTIFICAN DIRECTAMENTE AL SFDLERP (EN LOS TÉRMINOS ESPACIALES PROPUESTOS) COMO CABECERA DEL ESTUARIO Y PARTE HIDROLÓGICA INTEGRAL DEL SISTEMA LAGUNAR-ESTUARINO DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS.

EN CONTRAPOSICIÓN A LA INTRUSIÓN SALINA DESCRITA, HAY ASÍ MISMO UN PERÍODO DE INFLUENCIA FLUVIAL NETO DENTRO DEL SISTEMA QUE HACE SENTIR SU EFECTO DIRECTAMENTE SOBRE LA REGIÓN ADYACENTE EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS. ESTE PERÍODO SE INICIA EN JULIO, REGISTRÁNDOSE LOS VALORES MÍNIMOS DE SALINIDAD EN SEPTIEMBRE. LO ANTERIOR REFLEJA LA TERCERA ÉPOCA CLIMÁTICA REGIONAL: 'LLUVIAS', Y SU EFECTO ES DE TAL MAGNITUD QUE DISMINUYE EL PROMEDIO GENERAL EN CASI CINCO PARTES POR MIL DE UN MES (JUNIO) AL SIGUIENTE (JULIO). CABE DESTACAR QUE ESTE EFECTO NO ES COINCIDENTE CON EL INICIO DE LAS LLUVIAS LOCALES, Y PARECE CORRESPONDER MÁS EXACTAMENTE CON LA DESCARGA FLUVIAL, DERIVADA DEL INCREMENTO DEL CAUDAL PROVOCADO POR LA INCORPORACIÓN DEL AGUA PLUVIAL EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA. DENTRO DE ESTE PERÍODO, ENTRE LOS MESES DE AGOSTO A NOVIEMBRE, TODO EL SISTEMA ES DULCEACUÍCOLA.

### V.III.II TRANSPARENCIA

EL SISTEMA PRESENTA UN PULSO EN LOS VALORES DEL PORCENTAJE DE TRANSPARENCIA QUE VA DE UN MÁXIMO EN FEBRERO DE 1987 A UN MÍNIMO EN SEPTIEMBRE DE 1986, COINCIDENTE ESTE ÚLTIMO CON LOS REGISTROS MÍNIMOS DE SALINIDAD. EN CUANTO A LOS AMBIENTES SE REFIERE, SE IDENTIFICAN DOS DE ALTA TRANSPARENCIA CORRESPONDIENTES A LA

LAGUNA DEL VAPOR Y A LAS REGIONES CON VEGETACION SUMERGIDA DE LA LAGUNA DEL ESTE; MIENTRAS QUE EL CANAL DE BOCA CHICA Y EL RÍO PALIZADA PRESENTAN LOS REGISTROS MÁS BAJOS INDICANDO CLARAMENTE LA FUENTE PRINCIPAL DE SEDIMENTOS TERRÍGENOS (CUENCA USUMACINTA-PALIZADA); CABE DESTACAR QUE EL APORTE DE TERRÍGENOS DE LOS RÍOS SECUNDARIOS ES MUCHO MENOR COMPARATIVAMENTE CON EL RÍO PALIZADA.

EN EL ANÁLISIS PARTICULAR DE CADA AMBIENTE DESTACA LA PERMANENCIA DE UNA ALTA TRANSPARENCIA EN LA LAGUNA DEL VAPOR A PESAR DE RECIBIR EL APORTE DIRECTO DE DOS RÍOS (MARENTES Y LAS PIÑAS) IDENTIFICANDO SU FUERTE CARÁCTER DE TRAMPA DE SEDIMENTOS EN LA ZONA DE FRONTERA ENTRE LOS RÍOS Y LA PROPIA LAGUNA, Y EL EFECTO QUE TIENE LA MAGNITUD DE SUS PRADERAS DE VEGETACIÓN SUMERGIDA.

### VII.III TEMPERATURA

LAS ÉPOCAS CLIMÁTICAS REGIONALES SE VEN REFLEJADAS EN LOS PROMEDIOS DE TEMPERATURA DEL SISTEMA PALIZADA A TRAVÉS DEL GRADUAL INCREMENTO A PARTIR DE UN MÍNIMO EN ÉPOCA DE 'NORTES' PARA ALCANZAR SUS VALORES MÁXIMOS AL FINAL DE LA ÉPOCA DE 'SECAS', DESDE EL CUAL INICIA UN DESCENSO GRADUAL DE LA TEMPERATURA COINCIDIENDO CON EL INCREMENTO DE LA DESCARGA FLUVIAL.

EN CUANTO A LOS AMBIENTES SE REFIERE, CABE MENCIONAR QUE POR EL TIEMPO TRANSCURRIDO PARA LLEGAR A LOS SITIOS DE MUESTREO, SE PRESENTÓ UNA DIFERENCIA DE TEMPERATURA EN FUNCIÓN DE LA HORA DEL DÍA, SIN EMBARGO, SE PROPONE COMO EL ORIGEN DE LAS AGUAS 'FRÍAS', EL DEL CAUCE FLUVIAL PRINCIPAL (RÍO PALIZADA). LOS AMBIENTES CON MAYOR TEMPERATURA CUENTAN CON ALTAS DENSIDADES DE VEGETACIÓN SUMERGIDA, LO QUE OCASIONA UN FLUJO SEMILÉNTICO ASOCIADO CON ALTOS PORCENTAJES DE TRANSPARENCIA QUE PERMITEN UN MAYOR EFECTO DE LA RADIACIÓN LUMINOSA SOBRE LAS MASAS DE AGUA; LO ANTERIOR SUGIERE SEAN CUENCAS DE EVAPORACIÓN.

#### V.II.IV PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO

EL SISTEMA PALIZADA ES UN HÁBITAT BIEN OXIGENADO DURANTE TODO EL AÑO, PRESENTANDO SUS MÍNIMOS EN LA ÉPOCA DE MAYOR INFLUENCIA FLUVIAL, ASOCIADO CON LA GRAN CANTIDAD DE TERRÍGENOS ACARREADOS. CUENTA CON FUENTES ADICIONALES DE PRODUCCIÓN DE OXÍGENO, LO CUAL SE MANIFIESTA CON VALORES MÁXIMOS DE SOBRESATURACIÓN EN LAS REGIONES CUYOS FONDOS ESTAN CUBIERTOS DE VEGETACIÓN SUMERGIDA. SE IDENTIFICAN PULSOS IMPORTANTES DE SOBRESATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO EN LAS ÁREAS DE INFLUENCIA MAREAL, PRODUCIDOS PRINCIPALMENTE POR FITOPLANCTON AUTÓCTONO Y ALÓCTONO YA QUE CARECEN DE VEGETACIÓN SUMERGIDA. LOS AMBIENTES MENOS OXIGENADOS SE LOCALIZAN EN LOS RÍOS SECUNDARIOS QUE TRANSPORTAN MATERIA ORGÁNICA EN VÍAS DE DEGRADACIÓN PROCEDENTE DE LOS PANTANOS Y CULTIVOS AGRÍCOLAS ADYACENTES. ESTOS, AL DRENAR EN LAS ÁREAS DE ABUNDANTE VEGETACIÓN FAVORECEN UNA PRODUCCIÓN FOTOSINTÉTICA

IMPORTANTE, QUE SE TRADUCE EN LA PERSISTENCIA Y MAGNITUD DE LOS VALORES DE SOBRESATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO EN EL SISTEMA.

#### V.II.V POTENCIAL HIDRÓGENO

EL POTENCIAL HIDRÓGENO ES UN FACTOR POCO VARIABLE EN EL SISTEMA PALIZADA. SIN EMBARGO DESDE EL PUNTO DE VISTA BIOQUÍMICO SE APRECIAN IMPORTANTES PROCESOS, EN PARTICULAR EN LA ZONA DE CONTACTO ENTRE LOS RÍOS SECUNDARIOS Y LOS AMBIENTES CON VEGETACIÓN SUMERGIDA, QUE SON, LA PRINCIPAL FUENTE DE ENERGÍA METABÓLICA EN LA PARTE ALTA DEL SISTEMA. ESTOS RÍOS TRANSPORTAN MATERIA ORGÁNICA EN VÍAS DE DEGRADACIÓN, PROVENIENTE DE LOS PANTANOS Y CULTIVOS AGRÍCOLAS ADYACENTES LO CUAL BAJA SUS VALORES DE POTENCIAL HIDRÓGENO (PÁEZ *et.al.*, 1987), QUE SE RECUPERA A LOS MÁXIMOS EN LAS ÁREAS CON HIDROFITAS SUMERGIDAS DE LAS LAGUNAS DEL VAPOR Y DEL ESTE, REFLEJANDO LA IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE ESTOS AMBIENTES.

#### V.III CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

EL PAPEL QUE DESEMPEÑAN LAS COMUNIDADES BIÓTICAS EN LOS ECOSISTEMAS ES BASTANTE MÁS COMPLEJO QUE EL DE LA FASE ABIÓTICA, YA QUE LA ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LA INTERACCIÓN AMBIENTE-ORGANISMO REQUIERE DE ASPECTOS ADAPTATIVOS, LOS CUALES NO EXISTEN EN LOS FACTORES ABIÓTICOS. LOS ORGANISMOS TIENEN CIERTOS REQUISITOS PARA SOBREVIVIR Y CUENTAN CON ADAPTACIONES QUE LES PERMITEN CUBRIRLOS; ÉSTAS, INCLUYEN LA APLICACIÓN DE LOS

MECANISMOS FÍSICOS Y BIOQUÍMICOS QUE POSEEN PARA ADQUIRIR DEL MEDIO AMBIENTE SUS REQUERIMIENTOS Y TRANSFORMARLOS EN PRODUCTOS ÚTILES PARA ELLOS, PARA EXCRETAR SUS DESECHOS Y PARA LLEVAR A CABO SUS NECESIDADES DE MOVIMIENTO (EN EL CASO DE ANIMALES), CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN, ENTRE OTRAS. ADEMÁS DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y BIOQUÍMICAS INDIVIDUALES, EXISTEN PROCESOS DE INTERACCIÓN ENTRE LAS ESPECIES DE UNA COMUNIDAD QUE LES PERMITE MANTENER SU ESPACIO BIOLÓGICO EN LA NATURALEZA (CLAPHAM, 1973).

UNA COMUNIDAD ESTÁ REPRESENTADA POR EL ACOPLAMIENTO DE POBLACIONES QUE VIVEN EN UN ECOSISTEMA DADO. LA EXISTENCIA DE CUALQUIER POBLACIÓN ESTÁ ESTRECHAMENTE RELACIONADA CON LA PRESENCIA E INTERACCIÓN DE OTRAS POBLACIONES; LO CUAL DE MANERA GENERAL PERMITE: LA ACCESIBILIDAD DE ENERGÍA Y NUTRIENTES, LA REGULACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS POBLACIONES, EL RECICLAMIENTO DE LOS DESECHOS Y EL AMORTIGUAMIENTO SOBRE LA COMUNIDAD DE LAS VARIACIONES DEL AMBIENTE FÍSICO, DE TAL MANERA QUE, LAS POBLACIONES EXISTEN PORQUE FORMAN PARTE DE LAS COMUNIDADES. EN LA REGIÓN DE ESTUDIOS, EL ACOPLAMIENTO DE LOS CICLOS DE VIDA DE LAS COMUNIDADES A LA VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA FASE ABIÓTICA RESULTA EN UNA PRODUCTIVIDAD PERMANENTEMENTE ALTA DURANTE EL AÑO.

### VIII.I

### VARIACIÓN ESPACIAL

EL SFDLERP OFRECE NUEVE AMBIENTES ECOLÓGICOS DIFERENTES, QUE

FLUCTÚAN ESPACIO-TEMPORALMENTE DE ACUERDO CON LA PREDOMINANCIAS DE ALGUNO Ó ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES.

### V.III.II PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

LAS POBLACIONES VEGETALES PREVALECE DE ACUERDO CON SUS CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS. LA VEGETACIÓN ACUÁTICA SUMERGIDA EN PARTICULAR *Vallisneria americana* SE ENCUENTRA BIEN REPRESENTADA EN LAS ÁREAS DULCEACUÍCOLAS SEMILÉNTICAS, COMO SON LAS LAGUNAS DEL VAPOR Y DEL ESTE (VERA - HERRERA *et. al.*, 1988a), DONDE LA INFLUENCIA SALINA ES PRÁCTICAMENTE NULA DURANTE LA MAYOR PARTE DEL AÑO Y LA TRANSPARENCIA ALTA; REPRESENTA LA ZONA DE CONTACTO ENTRE LOS RÍOS SECUNDARIOS Y LAS AGUAS ABIERTAS DEL SISTEMA DONDE SE DEPOSITAN INICIALMENTE UN GRAN PORCENTAJE DE LA CARGA DE NUTRIENTES Y SEDIMENTOS, Y DELIMITA LA DISTRIBUCIÓN DE ESTA COMUNIDAD VEGETAL; COINCIDE CON LA MÁXIMA PENETRACIÓN SIGNIFICATIVA DE LAS CORRIENTES RESIDUALES Y DEMARCA EL RANGO DE TOLERANCIA HALINA DE LA COMUNIDAD. ES IMPORTANTE DESTACAR LA PRESENCIA DE OTRA ZONA CON ESTE TIPO DE VEGETACIÓN EN EL LITORAL NORTE DE LA LAGUNA DEL ESTE, LA CUAL RECIBE AGUA DULCE A TRAVÉS DE LOS CANALES DEL DELTA INTERIOR FORMADO POR EL RÍO PALIZADA. LA ENERGÍA DE DESCARGA ES CAPAZ DE AMORTIGUAR LA INFLUENCIA DE LA INTRUSIÓN DE SAL.

LOS BOSQUES DE MANGLAR SE DISTRIBUYEN EN UNA AMPLIA REGIÓN DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS; EN EL SFDLERP, ES EL CANAL DE CONEXIÓN Y LA BARRA QUE DIVIDE LAS LAGUNAS DEL ESTE Y SAN FRANCISCO (PUNTA

COCHINITOS), DONDE LA SALINIDAD, LA CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES Y LA POSIBILIDAD DE INUNDACIÓN ES ALTA; CONSTITUYEN LOS AMBIENTES ECOLÓGICOS ÓPTIMOS PARA EL DESARROLLO DE ESTA COMUNIDAD EN TODA LA REGIÓN DE LAGUNA DE TÉRMINOS, ALCANZANDO LOS ÁRBOLES ALTURAS HASTA DE 20 m (DAY, 1982a).

LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA ES LA FUENTE PRINCIPAL DE PRODUCCIÓN PRIMARIA EN AGUAS ABIERTAS DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS (DAY, 1982b), SIN EMBARGO, AÚN CUANDO EN EL SFDLERP NO SE HAN EFECTUADO REGISTROS DE ESTA COMUNIDAD SE INFIERE SU PRESENCIA EN LAS ÁREAS DE INFLUENCIA ESTUARINA, PARTICIPANDO COMO INICIADORES DE LA CADENA ALIMENTICIA EN LOS AMBIENTES QUE CARECEN DE VEGETACIÓN SUMERGIDA; SU DISTRIBUCIÓN COMPRENDE LA DESEMBOCADURA DEL SISTEMA A LA LAGUNA DE TÉRMINOS, LAGUNA SAN FRANCISCO, CUENCA CENTRAL, Y LAS PORCIONES NORTE Y CENTRO DE LAGUNA DEL ESTE. ASIMISMO Y AUNQUE NO EXISTEN DATOS PARA EL SISTEMA, ES DE SUPONERSE LA PARTICIPACIÓN SIGNIFICATIVA DE LA MICROBIOTA BENTÓNICA, QUIEN DESENCADENA LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA AL TRAVÉS DEL DETRITUS.

#### VIII.II PRODUCTIVIDAD SECUNDARIA

LA ALTA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA SE REFLEJA EN LA PRODUCCIÓN SECUNDARIA, EN LA CUAL LA COMUNIDAD DE PECES ES EL MAYOR COMPONENTE DE LA MACROFAUNA; PARTICIPANDO ACTIVAMENTE EN EL FLUJO Y TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA EN LOS PROCESOS ECOLÓGICOS Y REPRESENTA UN RECURSO PESQUERO DE ALTO VALOR EN EL SFDLERP

(ROJAS GALAVÍZ, *et. al.*, 1989).

LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS POBLACIONES DE PECES ESTÁ SUJETA GENERALMENTE A LA PREDOMINANCIAS DE ALGUNO DE LOS FACTORES ABIÓTICOS, LO CUAL LES PERMITE DESPLAZARSE EN LAS MASAS DE AGUA QUE REÚNEN LOS REQUISITOS PARA SU SOBREVIVENCIA. LOS PECES ESTUARINOS SON LOS MEJOR REPRESENTADOS EN EL SISTEMA, SE LOCALIZAN DESDE LA LAGUNA DE TÉRMINOS HASTA LAS ZONAS VEGETADAS DE LAGUNA DEL ESTE, DONDE SE PRESENTAN LOS LÍMITES FUNCIONALES DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTUARINAS; ASÍ MISMO, LOS PECES MARINOS CON DEPENDENCIA ESTUARINA LLEGAN A OCUPAR ESTA REGIÓN PERO CON BIOMASAS MENORES DADO QUE SÓLO ALGUNAS ESPECIES ENCUENTRAN EN ESTA REGIÓN UNA AMPLIACIÓN DE SU HABITAT, DISMINUYENDO LA COMPETENCIA CON OTRAS ESPECIES MARINAS. LOS PECES DULCEACUÍCOLAS SON ABUNDANTES EN LAS LAGUNAS DEL VAPOR Y DEL ESTE CON VEGETACIÓN YA QUE EN ELLAS LA SALINIDAD NO LES AFECTA Y ENCUENTRAN ALIMENTO Y REFUGIO PARA SUS CRÍAS, SIN EMBARGO POR ARRASTRE DE LAS CORRIENTES FLUVIALES SE LES PUEDE ENCONTRAR MENOS SISTEMATICAMENTE EN LOS CAUCES DE TODO EL SISTEMA. LA IMPORTANCIA DEL *SFDLERP* EN LA ECOLOGÍA DE LOS PECES EN LA REGIÓN ES EVIDENTE, DEL 100 % DE ESPECIES DOMINANTES REPORTADAS EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS Y SONDA DE CAMPECHE, EL 78 % Y EL 48 % RESPECTIVAMENTE, UTILIZAN EL *SFDLERP* EN ALGUNA ETAPA DE SU CICLO DE VIDA (ROJAS-GALAVÍZ *et. al.*, 1988).



### V.III.II VARIACIÓN TEMPORAL

LA VARIACIÓN TEMPORAL DE LA BIOMASA EN LAS COMUNIDADES ESTUARINAS TROPICALES RESPONDE PRINCIPALMENTE A LOS CAMBIOS ESTACIONALES, PRESENTANDO UNA PROGRAMACIÓN QUE GARANTIZA UNA ALTA PRODUCTIVIDAD BIOLÓGICA EN TODAS LAS ÉPOCAS CLIMÁTICAS (YÁÑEZ ARANCIBIA, 1986).

### V.III.III PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

LA PROGRAMACIÓN ESTACIONAL DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA ES EVIDENTE EN EL *SFDLERP* DURANTE LA ÉPOCA DE MENOR DESCARGA FLUVIAL.

LOS NIVELES DE CLOROFILA  $\alpha$  TIENEN SUS MÍNIMOS EN ABRIL, SUSTITUYÉNDOLOS UN PULSO DE BIOMASA DE *Vallisneria*; EN MAYO, LA VEGETACIÓN SUMERGIDA DISMINUYE Y SE ACOPLA CON UNA ALTA PRODUCCIÓN DE MANGLAR; A PARTIR DE JUNIO, EL FITOPLANCTON EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL *SFDLERP* PRINCIPIA SU TENDENCIA A INCREMENTARSE, APOYADA EN JULIO POR UN SEGUNDO PULSO DE VEGETACIÓN SUMERGIDA. DURANTE LA ÉPOCA DE INFLUENCIA FLUVIAL LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN EL SISTEMA SON NETAMENTE DULCEACUÍCOLAS; SE PRESENTA UNA ELEVADA PRODUCCIÓN DE *Vallisneria* Y FITOPLANCTON, SIN EMBARGO, NO ES CASUAL QUE UN MÁXIMO DE BIOMASA DE MANGLAR SE PRODUZCA INMEDIATAMENTE ANTES DE LA MAYOR DESCARGA FLUVIAL ASOCIADA CON LA INUNDACIÓN DE LOS SUELOS, LO CUAL PERMITE QUE LA PRODUCCIÓN DE HOJARASCA, FLORES Y

FRUTOS SEAN TRANSPORTADOS CON LAS CORRIENTES PARA SU DISTRIBUCIÓN Y/O SU EXPORTACIÓN HACIA LA COLUMNA DE AGUA, CONTRIBUYENDO AL ENRIQUECIMIENTO POR NUTRIENTES (CINTRON, 1983). LA ÉPOCA DE VIENTOS DEL NORTE DISMINUYE LA TEMPERATURA EN EL ECOSISTEMA Y FAVORECE EL INGRESO DE AGUA MARINA PROVENIENTE DEL GOLFO DE MÉXICO; SI BIEN LA MAGNITUD DE LOS CAMBIOS NO ES TAN DRÁSTICA COMO EN LATITUDES MAYORES, SÍ EXISTE UNA TENDENCIA A LA DISMINUCIÓN EN LA PRODUCCIÓN QUE FINALIZA CON LOS VALORES MÍNIMOS EN LA ÉPOCA DE SECAS, CERRANDO ASÍ EL CICLO ANUAL.

#### V.III.II.II

#### PRODUCTIVIDAD SECUNDARIA

COMO RESPUESTA A LAS FLUCTUACIONES AMBIENTALES DURANTE EL AÑO, LA BIOMASA DE ICTIOFAUNA TAMBIÉN SE MODIFICA. EN EL PERIODO DE SECAS O DE INFLUENCIA MAREAL, LOS PECES ESTUARINOS AUMENTAN PAULATINAMENTE EN BIOMASA, ESTRECHAMENTE RELACIONADOS CON LA PRODUCTIVIDAD FITOPLANCTÓNICA REGISTRADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SFDLERP; LAS CAPTURAS DE LOS PECES DULCEACUÍCOLAS SE INCREMENTAN ASOCIADOS A QUE EL VOLUMEN DE AGUA EN LAS CUENCAS TÍPICAMENTE DULCEACUÍCOLAS SE VEN REDUCIDAS POR EL ESCASO APORTE FLUVIAL Y PRESUMIBLEMENTE UNA MARCADA EVAPORACIÓN, SIN EMBARGO CON UNA MAYOR ESTABILIDAD SALINA QUE LOS OTROS AMBIENTES; ALGUNOS PECES MARINOS CON DEPENDENCIA ESTUARINA ENTRAN AL SISTEMA EN ESTA ÉPOCA DEL AÑO, CON FINES ALIMENTICIOS (ÁYALA, 1989), SIN EMBARGO SU BIOMASA EN GENERAL NO ES MUY ALTA.

DURANTE LA ÉPOCA DE PREDOMINIO DULCEACUÍCOLA, LA BIOMASA DE PECES ESTUARINOS ALCANZA SU MÁXIMO, OCASIONADO POR LA CANTIDAD DE NUTRIENTES ALÓCTONOS APORTADOS POR LOS SISTEMAS FLUVIALES (NO OBSTANTE, LA CAPTURA DE ÉSTOS EN NOVIEMBRE FUE BAJA, POSIBLEMENTE POR LA DISPERSIÓN DE LOS ORGANISMOS AL AUMENTAR EL VOLÚMEN DE LA CUENCA), ASI MISMO, POR LOS PECES MARINOS CON DEPENDENCIA ESTUARINA, QUIENES CON FINES ALIMENTARIOS Y DE CRIANZA, AUMENTAN EN BIOMASA DURANTE ESTA ÉPOCA.

FINALMENTE, EN LA ÉPOCA DE NORTES SE PRESENTA UN IMPORTANTE PULSO EN LA BIOMASA DE PECES MARINOS CON DEPENDENCIA ESTUARINA, QUIENES PENETRAN AL SISTEMA EN BUSCA DE REFUGIO Y ALIMENTACIÓN; LOS PECES DULCEACUÍCOLAS TAMBIÉN AUMENTAN EN BIOMASA DADO QUE EL EFECTO DE LOS VIENTOS PRODUCE UNA INTRUSIÓN SALINA, SIENDO ENTONCES LAS AGUAS DE LAS LAGUNAS DEL VAPOR Y DEL ESTE QUIENES REÚNEN LAS MEJORES CONDICIONES AMBIENTALES PARA ESTAS POBLACIONES; LOS PECES ESTUARINOS DE IGUAL MANERA INCREMENTAN SU ABUNDANCIA, ASOCIADA POSIBLEMENTE CON LA RESUSPENSIÓN DE LOS NUTRIENTES PRODUCIDOS POR PROCESOS MICROBIOLÓGICOS EN LOS SEDIMENTOS.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

LAS CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA PLANICIE COSTERA TROPICAL DEL SISTEMA FLUVIO-DELTÁICO-LAGUNAR-ESTUARINO DEL RÍO PALIZADA, PERMITE LA INTERACCIÓN DE DIVERSAS VARIABLES FÍSICAS QUE DETERMINAN SU HIDRODINÁMICA, SIENDO ÉSTAS EN ORDEN DE IMPORTANCIA LAS SIGUIENTES: LA DESCARGA DEL RÍO USUMACINTA A TRAVÉS DEL RÍO PALIZADA, EL PATRÓN DE VIENTOS DOMINANTES, LA PENETRACIÓN DE MASAS DE AGUA PROVENIENTES DEL GOLFO DE MÉXICO Y LA PRECIPITACIÓN. LA MEZCLA GRADUAL DE ESTAS AGUAS, DA ORIGEN A UN ECOSISTEMA CON CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS PARTICULARES, QUE FLUCTÚAN DESDE AGUAS ESTUARINAS HASTA DULCEACUÍCOLAS LÓTICAS Y SEMILÉNTICAS, MODIFICÁNDOSE ESPACIAL Y TEMPORALMENTE EN FUNCIÓN DE LA MAGNITUD DE LOS CAMBIOS AMBIENTALES.

LA ABUNDANTE INFORMACIÓN PROCESADA PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS SERIES DE TIEMPO SOBRE LA DESCARGA FLUVIAL, EL NIVEL DEL MAR, EL PATRÓN DE VIENTOS DOMINANTES Y LA PRECIPITACIÓN, PROPORCIONÓ LAS BASES ESTADÍSTICAS PARA ELABORAR UN MODELO ESQUEMÁTICO ANUAL DE LA VARIACIÓN DIARIA QUE SINTETIZA LA INFORMACIÓN DISPONIBLE; Y PERMITE LA INTERPRETACIÓN DE LAS VARIACIONES ESPACIALES Y TEMPORALES DE LOS PARÁMETROS HIDROLÓGICOS REGISTRADOS EN EL ECOSISTEMA: SALINIDAD, PORCENTAJE DE TRANSPARENCIA, TEMPERATURA, OXÍGENO DISUELTO Y POTENCIAL HIDRÓGENO.

EL AJUSTE DE TIPO POLINOMIAL A LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES DETERMINANTES DE LA DINÁMICA HIDROLÓGICA EN EL *SFDLERP* DURANTE EL PERIODO DE MUESTREOS, UBICÓ LOS RESULTADOS DENTRO DE LOS PATRONES DE VARIACIÓN DETERMINADOS POR EL MODELO ESQUEMÁTICO, PUDIÉNDOSE CONSIDERAR COMO TÍPICAS LAS CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LAS ÉPOCAS CLIMÁTICAS EN QUE SE REALIZARON LOS MUESTREOS (SEPTIEMBRE DE 1985 A MARZO DE 1987).

EL *SFDLERP* REPRESENTA UNA CABECERA ESTUARINA CARACTERIZADA POR LA DOMINANCIA DULCEACUÍCOLA PERO INFLUENCIADA POR LA MAREA, EN LA CUAL LAS FLUCTUACIONES DE SALINIDAD Y TRANSPARENCIA SON LOS FACTORES DETERMINANTES EN LA DISTRIBUCIÓN Y PERSISTENCIA DE LA BIOTA EN EL SISTEMA; ENCONTRÁNDOSE TAMBIÉN IMPORTANTES EFECTOS BIOQUÍMICOS PRODUCIDOS POR LA INTERACCIÓN DE LOS VEGETALES SUMERGIDOS Y LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA EN LAS ZONAS DE FRONTERA ENTRE LOS RÍOS SECUNDARIOS Y LAS LAGUNAS DULCEACUÍCOLAS.

EL EFECTO DEL BALANCE DE LAS MASAS DE AGUA FLUVIAL Y ESTUARINA MUESTRA LA PREDOMINANCIA EN EL SUBSIDIO DE AGUA DULCE, NUTRIENTES, MATERIA ORGÁNICA Y SEDIMENTOS DE LAS PARTAS ALTAS DE LA CUENCA USUMACINTA-PALIZADA AL *SFDLERP*, Y DE ÉSTE HACIA LA LAGUNA DE TÉRMINOS Y GOLFO DE MÉXICO, CARACTERIZÁNDOSE COMO UN ECOSISTEMA EXPORTADOR DE ENERGÍA; EL SUBSIDIO MAREAL ES MENOS FUERTE, SIN EMBARGO DE SUFICIENTE MAGNITUD PARA MODIFICAR ESPACIO-TEMPORALMENTE LAS CARACTERÍSTICAS DULCEACUÍCOLAS, Y

TRANSFORMAR PARCIALMENTE EL SISTEMA HACIA CONDICIONES ESTUARINAS.

LA DIVERSIDAD DE HÁBITATS CREADOS POR LA INTERACCIÓN FLUVIO-MAREAL EN EL *SFDLERP*, SOSTIENE UNA ABUNDANTE Y VARIADA COMUNIDAD DE PRODUCTORES PRIMARIOS REPRESENTADOS POR VEGETACIÓN DULCEACUÍCOLA SUMERGIDA (DE LA CUAL *Vallisneria americana* APORTA EL 90 % DE LA BIOMASA), BOSQUES DE MANGLAR, HIDROFITAS LITORALES Y FLOTANTES, Y FITOPLANCTON, QUE SIGNIFICAN UN IMPORTANTE SUBSIDIO DE ENERGÍA METABÓLICA PARA LA LAGUNA DE TÉRMINOS Y GOLFO DE MÉXICO.

LA ALTA PRODUCCIÓN PRIMARIA Y DIVERSIDAD DE HÁBITATS PERMITE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA POR UNA ABUNDANTE MACROFAUNA, DE LA CUAL LOS PECES SON LOS COMPONENTES CON MAYOR BIOMASA. LOS PECES ESTUARINOS SON LOS MEJOR REPRESENTADOS YA QUE REALIZAN EN EL SISTEMA LA MAYOR PARTE DE SU CICLO DE VIDA; ALGUNOS PECES MARINOS CON DEPENDENCIA ESTUARINA PENETRAN A LAS PARTES BAJAS DEL SISTEMA, Y LOS PECES DULCEACUÍCOLAS HABITAN PERMANENTEMENTE LA REGIÓN ALTA. EN EL *SFDLERP*, LA ICTIOFAUNA REALIZA DIVERSAS FUNCIONES QUE INVOLUCRAN ASPECTOS DE REPRODUCCIÓN, CRIANZA, ALIMENTACIÓN Y PROTECCIÓN.

EL SISTEMA FLUVIO-DELTAÍCO-LAGUNAR-ESTUARINO DEL RÍO PALIZADA MANTIENE DURANTE TODO EL AÑO UNA ALTA PRODUCTIVIDAD, EN LA QUE SE DESARROLLAN UNA GRAN DIVERSIDAD DE PRODUCTORES PRIMARIOS, E IMPORTANTES COMUNIDADES FAUNÍSTICAS ACUÁTICAS, ANFIBIAS,

TERRESTRES Y AÉREAS, POR LO QUE ES UNA OBLIGACIÓN PROMOVER SU CONOCIMIENTO, APROVECHAMIENTO RACIONAL Y PRESERVACIÓN PARA LAS FUTURAS GENERACIONES.

## BIBLIOGRAFIA

- Amezcuca-Linares, F. y A. Yáñez-Arancibia, 1980. Ecología de los sistemas fluvio-lagunares asociados a la Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. *An. Centro de Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México*, 7 (1): 69 -118.
- Ayala-Castañares, A., A. Yáñez-Arancibia, P. Sánchez-Gil y A. L. Lara-Domínguez, 1984. *Catálogo Bibliográfico de la Laguna de Términos y Sonda de Campeche (Sur del Golfo de México)*, México. Informe Técnico. UNAM - ICML / COI - UNESCO. 136 p.
- Ayala P. L. A., 1989. *Ecología y características poblacionales de dos especies dominantes en el sistema estuarino Palizada - del Este. Sur del Golfo de México: Anchoa mitchilli (CENGRULIDAE) Y Peleca splendida (CICLIDAE)*. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar (Oceanografía Biológica y Pesquera) UACPyP - CCH - UNAM.
- Botello, A. V., 1978. Variación de los parámetros hidrológicos en las épocas de sequía y lluvias (mayo y noviembre de 1974) en la Laguna de Términos, Camp. Mexico. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México*, 5 (1) : 159 - 178.
- Botello, A. V. y M. Mendelewicz, 1988. La contaminación y los contaminantes de la Laguna de Términos, Cap. 21 : 415 - 430. In: Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day, Jr. (Eds.) *Ecología de los Ecosistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos*. Inst. Cienc.



- Mar y Limnol. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU. Ed. Universitaria, México, D.F.
- Burton, J. D., and P. S. Liss, 1976. *Estuarine Chemistry*. Academic Press. 229 p.
- Burton, J. D., 1986. Riverine inputs to ocean systems: Status and recommendations for research. *UNESCO Technical Papers in Marine Science* (55).
- Cintron G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1983. *Introducción a la ecología del manglar*. UNESCO. p. 109.
- Clapham, W.B. Jr. 1973. *Natural Ecosystems*. Mc. Millan Co. 248 p.
- Coll de Hurtado, A., 1975. *El suroeste de Campeche y sus recursos naturales*. Instituto de Geografía. Serie Cuadernos. Univ. Nat. Autón. México.
- Day Jr., J. W. y A. Yáñez-Arancibia, 1982 a. Coastal lagoons and estuaries: Ecosystem approach. *Ciencia Interamericana (Mar. Sci.)*, OEA Washington D.C., 22 (1 y 2): 11 -26.
- Day Jr. J. W., R. H. Day, M. T. Barreiro, F. Ley Lou and C. Madden. 1982 b. Primary production in the Laguna de Terminos, a tropical estuary in the southern Gulf of Mexico. *Oceanologica Acta*, No. Sp. p. 269 - 276, 276.
- Day Jr. J. W., W. H. Conner, F. Ley Lou, R. H. Day and A. Machado N., 1986. The productivity and composition of mangrove forests, Laguna de Terminos, Mexico. *Aquatic Botany*, 27 p. 267 - 284.
- Dressler, R. 1981. Investigación sobre mareas y efectos del viento en la Laguna de Términos, México, mediante un modelo

- hidrodinámico numérico. Ensenada, B. C.: Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada. Departamento de Oceanografía, Informe Técnico - CICESE: OC 82/01 P. 36.
- Dyer, K. R. (1973), *Estuaries: A physical introduction*. John Wiley & Sons. Great Britain. 140 p.0 p.
- Fernández, H., F. Vázquez Gutiérrez y H. Alexander. 1983. Cuantificación de materiales suspendidos y aportados por los ríos de la Laguna de Términos y zonas litorales del Golfo de México. In: *Informe Final. Proyecto de Investigación CONACYT - UNAM (PCMANL - 790111)*.
- Fuentes-Yaco, C., J. L. Rojas-Galaviz, F. Vera-Herrera, D. Salas de León, J. Pacheco-Campos, C. Coronado-Molina y L. A. Ayala Pérez, 1988. Caracterización hidrológica del Sistema Palizada. Cap. 2 : p. 10 -52. In : Vera-Herrera, F., J. L. Rojas-Galaviz, A. Yáñez-Arancibia, C. Fuentes-Yaco, L. A. Ayala-Pérez, H. Alvarez-Guillén y C. Coronado-Molina, 1988. *Ecología y Estructura Biótica del Sistema Fluvio-Lagunar-Deltáico-Estuarino del río Palizada*. (PCCNCNA - 031524). Convenio UNAM-CONACYT. Informe final. 199 p.
- Graham, D. S., J. P. Daniels, J. M. Hill and J. W. Day Jr. 1981. A preliminary model of the circulation of Laguna de Terminos Campeche, Mexico. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México*, 8 (1): 51 - 82.
- Gierloff-Emden, H. G., 1977. Laguna de Terminos and Campeche Bay, Gulf of Mexico. Water mass interaction lagoonal

- oceanic visible due to sediment laden waters. In: Walter de Gryter (Ed.) *Orbital Remote Sensing of Coastal and Offshore Environments: A Manual of Interpretation*. Berlin: 78 - 89.
- González, P. A., 1944. Las cuencas del Usumacinta y el Grijalva. *Rev. Mex. Geografía*, Tomo IV, Nos. 2 y 3. México.
- Gopal, B., E. Turner, R. Wetzel y D. Whigham (Eds.), 1982. *Wetlands: Ecology and Management. Proceedings of the First International Wetlands Conference*. International Scientific Publications, India. 514 p.
- Gosselink J. G. and R. E. Turner, 1978. The role of hydrology in freshwater wetland ecosystems. In: Good R. E., Whigham D. F. and R. L. Simpson (Eds.), *Freshwater Wetlands: Ecological Processes and Management Potential*. Academic Press. 378 p.
- Grivel Piña F., 1979. Datos Geofísicos. Serie A. Oceanografía 5. Variaciones del Nivel Medio del Mar. Puertos del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto de Geofísica, U.N.A.M., México.
- Grivel Piña F., 1988. Calendario gráfico de mareas, Cd. del Carmen Campeche, Campeche, Camp. Instituto de Geofísica, U.N.A.M., México.
- Intergovernmental Oceanographic Commission. 1984. *Ocean Science for the Year 2000*. UNESCO.
- Jensen J. R., B. Kjerfve, E. W. Ramsey III, K. E. Magill, C. Madeiros, J. E. Sneed., 1989. Remote sensing and numerical modeling of suspended sediment in Laguna de Terminos, Campeche, Mexico. *Remote Sens. Environ.*, 27: 33 - 47.

- Kjerve, B. J., 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. p. 68 - 82. Int Wolf, D. (Ed.) *Estuarine Variability*. Academic Press. 510 p.
- Kjerve, B. J., K. E. Magill and J. E. Sneed, 1988. Modeling of circulation and dispersion in Terminos Lagoon, Chap. 6 : 111 - 130. Int: Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day, Jr. (Eds.) *Ecología de los Ecosistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos*. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU. Ed. Universitaria, México, D.F.
- Lepage, S. and R. G. Ingram, 1988. Estuarine response to a freshwater pulse. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 26 (6) : 657 - 667.
- Mancilla, M. and M. Vargas. 1980. Los primeros estudios sobre la circulación y flujo neto de agua a través de la Laguna de Términos, Campeche. *An. Centro Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nal Autón. México*, 7 (2): 1 - 12.
- Madden, Ch. J., J. W. Day, Jr., and J. M. Randall, 1988. Freshwater and marine coupling in estuaries of the Mississippi River deltaic plain. *Limnology and Oceanography*. 33 (4, part 2), 982 - 1004.
- Mann, K. H., 1988. Production and use of detritus in various freshwater, estuarine, and coastal marine ecosystems. *Limnology and Oceanography*. 33 (4, part 2), 910 -930.
- Morales C. J. J., 1986. Estudio sistemático y ecológico de la ictiofauna de la Laguna del Vapor, Campeche. Tesis de Licenciatura en Biología, E. N. C. B. - I. P. N.

- Nixon, S. W., 1988. Physical energy inputs and the comparative ecology of lake and marine ecosystems. *Limnol. and Oceanogr.* 33 (4, part 2): 1005 - 10025.
- Odum, H. T., 1957. Trophic structure and productivity of Silver Springs Florida. *Ecol. Monogr.* 27: 55 - 112.
- Odum, E. P., 1980. The status of three ecosystem-level hypotheses regarding salt marshes estuaries: tidal subsidy, outwelling, and detritus-based food chains. In: Kennedy, V. S. (Ed.) *Estuarine Perspectives*. Academic Press Inc., New York. 485 - 495 p.
- Páez-Osuna F., D. S. Valdez-Lozano, H. M. Alexander and H. Fernández-Pérez. 1987. Trace metals in the fluvial system of Terminos lagoon, Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 18, No. 6., p. 294 - 297.
- Phleger, F. B. and A. Ayala-Castañares, 1971. Proceses and history of Terminos Lagoon, Mexico. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 55 (2) : 2130 -2140.
- Rojas-Galaviz, J. L., L. A. Ayala-Pérez, A. Yáñez-Arancibia, H. Alvarez-Guillén, C. Coronado-Molina, A. Aguirre-León, G. Villalobos-Zapata, F. Vera-Herrera, 1988. Estructura y Función de las comunidades de peces del Sistema Palizada. Cap V. p. 89 - 159. In : Vera-Herrera, F., J. L. Rojas-Galaviz, A. Yáñez-Arancibia, C. Fuentes-Yaco, L. A. Ayala-Pérez, H. Alvarez-Guillén y C. Coronado-Molina, 1988. *Ecología y Estructura Biótica del Sistema Fluvio-Lagunar-Deltáico-Estuarino del río Palizada*. (PCCNCNA - 031524). Convenio UNAM-CONACYT. Informe final.

199 p.

Rojas-Galaviz, J. L., F. R. Vera-Herrera, A. Yáñez-Arancibia and J. W. Day Jr. 1989. Ecosystem dynamics of the Palizada River delta, Mexico: the role of the dual riverine/tidal subsidy in a tropical tidal freshwater environment. *Estuaries. Spec. Vol.* (sometido).

Soberón Chávez G. 1985. *Mecanismos de producción natural en las poblaciones de peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México: variables físicas de interacción ecológica.* Tesis de Maestría en Ciencias del Mar (Oceanografía Biológica y Pesquera) CCH - UACPyP. UNAM.

Stearn M. K., J. W. Day Jr., and K. G. Teague. 1986. Seasonality of materials transport through a coastal freshwater marsh: riverine versus tidal forcing. *Estuaries. Vol. 9 No. 8 p.* 301 - 308.

Tapanes, J. J. y F. González C., 1981. Generación y pronóstico del oleaje en el Golfo de México, Banco de Campeche y aguas de la plataforma de Cuba y su influencia sobre las pesquerías. *Rev. Investigaciones Marinas. Vol. II, No. 2.* p. 3 - 109. Univ. Habana, Cuba.

Teal, J. M., 1957. Community metabolism in a temperate cold spring. *Ecol. Monogr.*, 27: 283 - 302.

Vázquez Gutiérrez, F., H. Dorantes Velázquez y H. Alexander Valdéz. 1988. El sistema del dióxido de carbono en la Laguna de Términos, Cap. 7: 131 - 158. In: Yáñez Arancibia, A. y J. W. Day Jr. (Eds.) *Ecología de los Ecosistemas Costeros del Golfo de México: La región de la Laguna de*

- Términos. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU. Ed. Universitaria, México, D.F.
- Vera-Herrera, F., J. L. Rojas-Galaviz, C. Fuentes-Yaco, L. Ayala-Pérez, H. Alvarez-Guillén y C. Coronado-Molina, 1988. (a). Descripción ecológica del sistema fluvio-lagunar-deltáico del río Palizada, Cap. 4 : 51 - 88. In: Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day, Jr. (Eds.) *Ecología de los Ecosistemas Costeros del Golfo de México : La región de la Laguna de Términos*. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU. Ed. Universitaria, México, D.F.
- Vera-Herrera, F., J. L. Rojas-Galaviz, M. Gutiérrez-Estrada, C. Coronado-Molina, C. Fuentes-Yaco y H. Alvarez-Guillén, 1988. (b). Características morfométricas del Sistema Palizada. Cap. 1 P. 1 - 9. In : Vera-Herrera, F., J. L. Rojas-Galaviz, A. Yáñez-Arancibia, C. Fuentes-Yaco, L. A. Ayala-Pérez, H. Alvarez-Guillén y C. Coronado-Molina, 1988. *Ecología y Estructura Biótica del Sistema Fluvio-Lagunar-Deltáico-Estuarino del río Palizada*. (PCCNCNA - 031524). Convenio UNAM-CONACYT. Informe final. 100 p.
- Vera-Herrera, F., C. Fuentes-Yaco, M. A. Contreras-Córdova, H. Alvarez-Guillén, A. Yáñez-Arancibia, J. L. Rojas-Galaviz, 1988. c. Características de la comunidad de hidrófitas sumergidas del Sistema Palizada. Cap IV. p. 73 - 88. In: Vera-Herrera, F., J. L. Rojas-Galaviz, A. Yáñez-Arancibia, C. Fuentes-Yaco, L. A. Ayala-Pérez, H. Alvarez-Guillén y C. Coronado-Molina, 1988. *Ecología y Estructura Biótica del*

*Sistema Fluvio-Lagunar-Deltaico-Estuarino del río Palizada.*  
(PCCNCNA-031524). Convenio UNAM-CONACYT. Informe final 199

P

- Vera-Herrera F., Rojas-Galaviz J. L., y A. Yáñez-Arancibia, 1988  
d. Pantanos dulceacuícolas influenciados por la marea en la  
región de Laguna de Términos: estructura ecológica del  
sistema fluvio-deltaico del Río Palizada. p. 383 - 402. In:  
*Ecología y Conservación del Delta de los Ríos Grijalva y*  
*Usumacinta.* INIREB - WWF - IUCN - Brehm Fonds - Gobierno  
del Estado de Tabasco. 720 p.
- Weiss, R. F., 1970. The solubility of Nitrogen, Oxygen, and  
Argon in Water and Seawater. *Deep-Sea Res.*, 17 : 721 - 735.
- West, R. C., N. P. Psuty y B. G. Thom. 1976. *Las tierras bajas*  
*de Tabasco en el sureste de México.* Gobierno del Estado de  
Tabasco. p. 199.
- Yáñez-Arancibia, A., 1986. *Ecología de la zona Costera.* AGT  
Editor. p. 189. México.
- Yáñez-Arancibia, A., and J. W. Day Jr., 1982. Ecological  
characterization of Terminos Lagoon, a tropical  
lagoon-estuarine system in the Southern Gulf of Mexico, p.  
431 - 440. In: Lasserre, P. and H. Postma (Eds.) *Coastal*  
*Lagoons.* *Oceanologica Acta Vol. Spec. 5 (4) : 482 p.*
- Yáñez-Arancibia, A., A. L. Lara-Domínguez, P. Chavance y D.  
Flores-Hernández, 1983. Environmental behavior of Terminos  
Lagoon, ecological system, Campeche, Mexico. *An Inst.*  
*Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México,* 10 (1) :  
137 - 176.